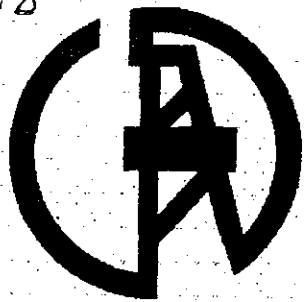


Handwritten signature



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Издание седьмое,
исправленное

УФА
2011

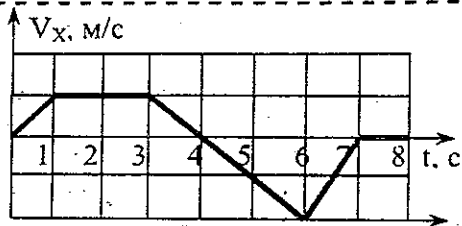
1.	1. КИНЕМАТИКА
1.1.	1.1. Путь, перемещение, скорость, ускорение
1.1.1.	Координата точки меняется со временем по закону $X = 11 + 35 \cdot t + 35 \cdot t^3$. Определить ускорение точки через 1 с.
1.1.2.	Из точек А и В, расположенных на расстоянии 300 м, навстречу друг другу движутся два тела, уравнения движения которых имеют вид $S_1 = 2 \cdot t + 2,5 \cdot t^2$, $S_2 = 3 \cdot t$, где все величины выражены в системе СИ. Определить путь, пройденный первым телом до их встречи.
1.1.3.	Скорость тела меняется по закону $V = 10 + 2 \cdot t$. Чему равен путь, пройденный телом за 5 с?
1.1.4.	* График зависимости скорости тела от времени имеет вид полуокружности. Максимальная скорость тела V_0 , время движения t_0 . Определить путь, пройденный телом. 
1.1.5.	* Поезд начинает двигаться по прямой, параллельной оси Х. Зависимость скорости поезда от времени показана на рисунке. За 20 мин поезд прошел 18 км. Найти ускорение поезда в промежутке $[0, \tau]$, где $\tau = 10$ мин. 
1.1.6.	Какова скорость транспортера, если за 5 с он перемещается на 10 м.
1.1.7.	Расстояние между двумя городами автомашина проехала со скоростью 60 км/ч, а обратный путь – со скоростью, вдвое меньшей. Найти среднее значение модуля скорости автомашины за все время движения.
1.1.8.	Расход воды в канале за секунду составляет $0,27 \text{ м}^3$. Найти скорость воды при ширине канала 1,5 м и глубине воды 0,6 м.
1.1.9.	В трубопроводе с площадью поперечного сечения 100 см^2 в течение часа протекало 18 м^3 нефти. Найти скорость нефти.
1.1.10.	Тело прошло половину пути со скоростью 6 м/с, а другую половину пути со скоростью 4 м/с. Найти среднюю скорость тела на этом пути.
1.1.11.	Точка движется по прямой в одну сторону. На рисунке показан график зависимости пройденного ею пути S от времени t . Определить среднюю скорость точки за интервал времени $0 \div 5$ с. 
1.2.	1.2. Прямолинейное равномерное движение
1.2.1.	Первую половину пути автомобиль двигается со скоростью 60 км/ч, а вторую – со скоростью 40 км/ч. Определить среднюю скорость движения автомобиля на всем пути.
1.2.2.	Один автомобиль, двигаясь равномерно со скоростью 12 м/с, в течение 10 с прошел такой же путь, какой второй автомобиль прошел за 15 с. Определить скорость второго автомобиля.
1.2.3.	За минуту человек делает сто шагов. Определить скорость движения человека, если ширина шага 90 см.

- 1.2.4. Поезд движется на подъеме со скоростью 10 м/с, а на спуске со скоростью 25 м/с. Определить среднюю скорость поезда на всем пути, если длина спуска в два раза больше длины подъема.
- 1.2.5. Автобус третью часть пути шел со скоростью 20 км/ч, половину оставшегося пути со скоростью 30 км/ч, а остальной путь со скоростью 60 км/ч. Определить среднюю скорость на всем пути.
- 1.2.6. Движение грузового автомобиля описывается уравнением $X = -270 + 12 \cdot t$ (м). Когда автомобиль пройдет через начало координат и с какой скоростью?
- 1.2.7. Поезд первую половину пути шел со скоростью в 1,5 раза большей, чем вторую половину пути. Какова скорость поезда на каждом участке, если средняя скорость прохождения всего пути равна 12 м/с?
- 1.2.8. С какой постоянной скоростью должна двигаться нефть в трубопроводе с площадью сечения 100 см^2 , чтобы в течение часа протекло 18 т нефти?
- 1.2.9. *Катер прошел первую половину пути со скоростью в 2 раза большей, чем вторую. Средняя скорость на всем пути составила 4 км/ч. Какова скорость катера на второй половине пути?
- 1.2.10. *Тело первую половину пути двигалось со скоростью 12 км/ч. После этого половину времени – со скоростью 7 км/ч, а другую половину времени – со скоростью 5 км/ч. Какова средняя скорость на всем пути?
- 1.2.11. *Первую половину пути велосипедист проехал со скоростью в 8 раз большей, чем вторую. Средняя скорость велосипедиста оказалась равной 16 км/ч. Определить скорость велосипедиста на второй половине пути.
- 1.2.12. Мотоциклист за первые 5 минут проехал 3 км, за последующие 8 минут – 9,6 км и за последние 6 минут – 5,4 км. Определить среднюю скорость за все время движения.
- 1.2.13. Автобус прошел первые 4 км со средней скоростью 20 км/ч, а следующие 0,3 ч он двигался со средней скоростью 40 км/ч. Определить среднюю скорость на всем пути.
- 1.2.14. Какое расстояние пробежит конькобежец за 40 с, если он будет двигаться со скоростью 12 м/с?
- 1.2.15. Вагон, двигаясь равномерно под уклон, проходит 120 м за 10 с. Скатившись с горки, он проходит до остановки еще 360 м за 1,5 мин. Определить среднюю скорость за все время движения.
- 1.2.16. Двигаясь по шоссе, велосипедист проехал 900 м за 1 мин, а затем по плохой дороге проехал 400 м со скоростью 10 м/с. Определить среднюю скорость велосипедиста на всем пути.
- 1.2.17. Какое расстояние пройдет поезд за 30 с, если он движется со скоростью 20 м/с?
- 1.2.18. Автобус первые 4 км пути проехал за 12 мин, а следующие 12 км – за 18 мин. Определите среднюю скорость автобуса на всем пути.
- 1.3. 1.3. Прямолинейное равнопеременное движение
- 1.3.1. Снаряд вылетел из ствола пушки со скоростью 800 м/с. Длина канала ствола 2 м. Определить среднее ускорение.
- 1.3.2. Какой путь пройдет автомобиль в течение 5 с после начала движения, если он движется с места с ускорением 2 м/с^2 .

- 1.3.3. При равноускоренном движении автомобиля в течение 5 с его скорость изменилась от 10 до 15 м/с. Определить модуль ускорения автомобиля.
- 1.3.4. Автомобиль начинает двигаться равноускоренно и за 4 с проходит путь 80 м. Определить среднюю скорость за первые 3 с.
- 1.3.5. За 2 с тело изменило скорость от 8 м/с до 24 м/с. С каким ускорением оно двигалось?
- 1.3.6. Велосипедист, имея начальную скорость 2 м/с, спускается с горы с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$ в течение 8 с. Чему равна скорость велосипедиста в конце пути?
- 1.3.7. Движение тела задано уравнением $S = 40 \cdot t - 0,2 \cdot t^2$. Через какое время после начала движения тело остановится?
- 1.3.8. Тело, двигаясь равноускоренно, проходит 80 м за 4 с. Чему равна мгновенная скорость в момент времени 1 с, $V_0 = 0$.
- 1.3.9. Поезд начинает равноускоренное движение и через 10 с имеет скорость 8 м/с. Через какое время после начала движения его скорость станет равной 60 м/с?
- 1.3.10. Мотоциклист, подъезжая к уклону, имеет скорость 10 м/с и начинает двигаться с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Какую он приобретет скорость через 20 с?
- 1.3.11. Автобус движется равнозамедленно, проходя при этом до остановки расстояние 310 м. Его начальная скорость 15 м/с. Определить модуль вектора ускорения.
- 1.3.12. Вычислить тормозной путь автомобиля, имеющего начальную скорость 60 км/ч, на мокрой дороге, если он тормозит с ускорением 3 м/с^2 .
- 1.3.13. Машинист локомотива, движущегося со скоростью 72 км/ч, начал тормозить на расстоянии 1000 м от станции. Определить, через какое время локомотив остановится, если при торможении его ускорение $0,2 \text{ м/с}^2$.
- 1.3.14. Поезд, имеющий скорость 90 км/ч, стал двигаться с замедлением $0,3 \text{ м/с}^2$. Найти скорость поезда на расстоянии 1 км от места, где он начал торможение.
- 1.3.15. Пуля со скоростью 200 м/с ударяет в земляной вал и проникает в него на глубину 0,1 м. Определить время движения пули внутри вала.
- 1.3.16. Пуля со скоростью 400 м/с ударяет в земляной вал и проникает в него. Чему равна скорость пули, когда она пройдет 99% своего пути?
- 1.3.17. Ружейная пуля движется внутри ствола длиной 60 см в течение 0,004 с. Найти скорость пули при вылете из ствола.
- 1.3.18. Самолет при взлете проходит взлетную полосу за 15 с и в момент отрыва от земли имеет скорость 100 м/с. Какова длина взлетной полосы?
- 1.3.19. Скорость поезда возросла с 15 до 19 м/с на расстоянии 340 м. С каким ускорением и сколько времени продолжалось движение на этом участке?
- 1.3.20. Тело движется равноускоренно из состояния покоя. Во сколько раз путь пройденный телом за вторую секунду движения, больше пути, пройденного за первую секунду?
- 1.3.21. Тело, двигаясь с места равноускоренно, проходит за четвертую секунду от начала движения 7 м. Какой путь пройдет тело за первые 10 с?

- 1.3.22. Теплоход, двигаясь равноускоренно из состояния покоя с ускорением $0,10 \text{ м/с}^2$, достигает скорости 18 км/ч . Какой путь он пройдет за это время?
- 1.3.23. Тормозной путь автомобиля, двигавшегося со скоростью 30 км/ч , равен $7,2 \text{ м}$. Чему будет равен тормозной путь, если скорость увеличится до 50 км/ч ?
- 1.3.24. Скорость движения автомобиля от времени задана уравнением $V = 3 + 2 \cdot t$. Какой путь пройдет автомобиль за 6 с ?
- 1.3.25. По одному направлению из одной точки одновременно начали двигаться два тела. Одно движется равномерно со скоростью 10 м/с , другое – равноускоренно без начальной скорости с ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$. Через какое время второе тело догонит первое?
- 1.3.26. Скорость движения тела, равная 10 м/с , за 17 с уменьшилась в 5 раз. Определить путь, пройденный телом за это время.
- 1.3.27. У светофора трактор, движущийся равномерно со скоростью 18 км/ч , обогнал автомобиль, который из состояния покоя начал двигаться с ускорением $1,25 \text{ м/с}^2$. Определить, на каком расстоянии от светофора автомобиль обгонит трактор.
- 1.3.28. Автомобиль двигался со скоростью 4 м/с , затем был выключен двигатель и началось торможение с ускорением 1 м/с^2 . Какой путь пройден автомобилем за 5 с с момента начала торможения?
- 1.3.29. Автомобиль начал двигаться с ускорением $1,5 \text{ м/с}^2$ и через некоторое время оказался на расстоянии 12 м от начальной точки. Определить скорость тела в этот момент времени.
- 1.3.30. Автомобиль, двигаясь равноускоренно, прошел два смежных участка пути по 100 м каждый за 5 с и $3,5 \text{ с}$. Какова средняя скорость на двух участках вместе?
- 1.3.31. За первую секунду равноускоренного движения тело проходит путь 1 м , а за вторую – 2 м . Определить путь, пройденный телом за первые три секунды движения.
- 1.3.32. За седьмую секунду равноускоренного движения модуль вектора скорости увеличился на $1,4 \text{ м/с}$. На сколько увеличился модуль вектора скорости тела за первые две секунды движения?
- 1.3.33. К концу первой секунды равнозамедленного движения модуль скорости тела равен 2 м/с , а к концу второй – 1 м/с . Определить модуль начальной скорости тела.
- 1.3.34. На некотором отрезке пути скорость тела увеличилась с 12 см/с до 16 см/с . Зная, что движение равноускоренное, определить, на сколько возрастет скорость тела, после того как будет пройден следующий участок такой же длины.
- 1.3.35. Ракета летит со скоростью 4 км/с . Затем она движется с постоянным ускорением в течение 1000 с и в последнюю секунду проходит путь 1 км . Определите абсолютную величину ускорения ракеты.
- 1.3.36. Тело движется прямолинейно с ускорением 4 м/с^2 . Начальная скорость тела равна 14 м/с . Какой путь проходит тело за третью секунду равноускоренного движения?
- 1.3.37. Тело движется с начальной скоростью 4 м/с вдоль прямой, причем его скорость за три секунды возрастает на 6 м/с . Каково уравнение движения тела?

- 1.3.38. Тело, двигаясь с места равноускоренно, проходит за четвертую секунду от начала движения 7 м. Какой скорости оно достигнет в конце десятой секунды ?
- 1.3.39. Тело, имея некоторую начальную скорость, движется равноускоренно. За время t тело прошло путь S , причем его скорость увеличилась в n раз. Найти ускорение тела.
- 1.3.40. Точка движется равноускоренно. За 4 с она проходит путь 24 м. За следующие 4 с она проходит путь 64 м. Определить начальную скорость.
- 1.3.41. Частица, начав двигаться из состояния покоя и пройдя некоторый путь равноускоренно, имела скорость 10 м/с. Какую скорость она имела, пройдя три четверти пути ?
- 1.3.42. *Велосипедист начал свое движение из состояния покоя и в течение первых 4 с двигался с ускорением 1 м/с^2 , затем в течение 0,1 мин он двигался равномерно, и последние 20 м – равнозамедленно до остановки. Найти среднюю скорость за все время движения.
- 1.3.43. *Два велосипедиста едут навстречу: один из них, имея скорость 7,2 км/ч, спускается с горы, разгоняется с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$; другой, имея скорость 36 км/ч, поднимается замедленно с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Каково было расстояние между велосипедистами в начальный момент, если они встретились через 0,5 мин от начала движения ?
- 1.3.44. *За первую секунду равноускоренного движения тело проходит путь равный 1 м, а за вторую – 2 м. Какой путь пройдет тело за третью секунду движения ?
- 1.3.45. *По наклонной доске пустили снизу вверх шарик. На расстоянии 30 см от начала пути шарик побывал дважды: через 1 с и через 2 с после начала движения. Определить начальную скорость шарика.
- 1.3.46. *Тело, двигаясь с начальной скоростью 10 м/с и постоянным ускорением 10 м/с^2 , потеряло 75% своей начальной скорости. Какой путь прошло тело за это время ?
- 1.3.47. *Тело, имея начальную скорость 1 м/с, двигаясь равноускоренно, приобрело, пройдя некоторое расстояние, скорость 7 м/с. Какова была скорость тела на половине этого расстояния ?
- 1.3.48. *Прямолинейное движение точки задано уравнением $X = -2 + 3t - 0,5t^2$ (м). Найти путь за 8 с.
- 1.3.49. Пуля, летящая со скоростью 141 м/с, попадает в доску и проникает на глубину 6 см. Определить скорость пули на глубине 3 см, если пуля в доске двигалась равнозамедленно.
- 1.3.50. Пробежав с постоянным ускорением по взлетной полосе 750 м, самолет перед отрывом от земли имел скорость 270 км/ч. Какое время продолжался его разбег?
- 1.3.51. Поезд метрополитена разгоняется от остановки с постоянным ускорением 1 м/с^2 . На каком расстоянии от остановки скорость поезда достигнет 72 км/ч.
- 1.3.52. *При торможении автомобиль, двигаясь равнозамедленно, проходит за пятую секунду 5 см и останавливается. Какой путь пройдет он за третью секунду этого движения?
- 1.3.53. Поезд, двигаясь от остановки с постоянным ускорением, прошел 180 м за 15 с. Какой путь прошел он за первые 5 с от начала движения?

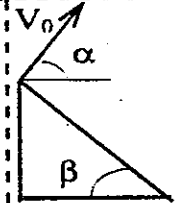
- 1.3.54. Точка движется вдоль оси x со скоростью, проекция которой V_x как функция времени представлена на графике. Чему равен путь, пройденный точкой за первые пять секунд?
- 
- 1.3.55. Какие из приведенных зависимостей от времени пути S и модуля скорости V : 1) $V = 4 + 2t$; 2) $S = 3 + 5t$; 3) $S = 5t^2$; 4) $S = 3t + 2t^2$; 5) $V = 2 + 3t + 4t^2$ описывают равноускоренное прямолинейное движение точки?
- 1.4. 1.4. Свободное падение тел. Движение тела, брошенного вертикально
- 1.4.1. Высота Исаакиевского собора в Ленинграде 101,8 м. Определить время свободного падения с этой высоты.
- 1.4.2. Высота свободного падения молота 2,5 м. Определить его скорость в момент удара о сваю.
- 1.4.3. На какую высоту поднимется тело, брошенное вертикально вверх с начальной скоростью 800 м/с? Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 1.4.4. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 50 м/с. Через какое время оно упадет на Землю?
- 1.4.5. При свободном падении время полета первого тела больше в 2 раза, чем время полета второго тела. Во сколько раз конечная скорость первого тела больше второго?
- 1.4.6. Определить скорость падения тела с высоты 10 м, если его начальная скорость 5 м/с.
- 1.4.7. Тело падает с высоты 5 м. Какую скорость оно будет иметь в момент падения на Землю?
- 1.4.8. Тело, брошенное вертикально вверх, через 4 с упало на Землю. На какую высоту брошено тело?
- 1.4.9. Тело брошено со скоростью 40 м/с. Определить высоту подъема тела через 2 с.
- 1.4.10. Камень брошен вертикально вниз со скоростью $V_0 = 5$ м/с. Определить среднюю скорость перемещения за первые 5 с.
- 1.4.11. Камень, брошенный вертикально вверх со скоростью 12 м/с, через 1 с попадает в козырек крыши. На какой высоте находится козырек?
- 1.4.12. Мяч брошен вверх со скоростью 10 м/с. На каком расстоянии от поверхности Земли он будет находиться через 2 с?
- 1.4.13. Мяч брошен с некоторой высоты вертикально вниз со скоростью 5 м/с. Какова средняя скорость его движения за первые 4 с?
- 1.4.14. Мяч брошен вверх со скоростью 20 м/с. На какое расстояние от поверхности Земли он удалится за 3 с?
- 1.4.15. Вертикально вверх с высоты 392 м с начальной скоростью 19,6 м/с брошено тело. Через какое время оно упадет на землю? ($g = 9,8$ м/с²)
- 1.4.16. Тело свободно падающее из состояния покоя, в конце первой половины пути достигло скорости 20 м/с. С какой высоты оно упало?
- 1.4.17. Камень, брошенный вертикально вверх, упал на Землю через 2 с. Определить путь и перемещение камня за 2 с.

- 1.4.18. Из точки А вертикально вверх брошено тело с начальной скоростью 10 м/с. Когда оно достигло высшей точки своей траектории, из точки А бросают вертикально вверх тело с начальной скоростью 20 м/с. Через какое время после начала движения второго тела произойдет встреча этих тел ?
- 1.4.19. Камень упал в шахту. Определить глубину шахты, если звук от падения камня был слышен наверху через 6 с. Скорость звука 330 м/с.
- 1.4.20. * Мяч брошен с земли вертикально вверх. На высоте 10 м он побывал два раза с интервалом времени 2,83 с. Определить начальную скорость бросания мяча.
- 1.4.21. * Тело бросают вертикально вверх. Наблюдатель замечает промежуток времени 1 с между двумя моментами, когда тело находится на высоте 10 м. Найти начальную скорость тела.
- 1.4.22. Тело, брошенное вертикально вверх, за третью секунду прошло 5 м. Определить начальную скорость тела.
- 1.4.23. Определите время равноускоренного движения снаряда в стволе длиной 3 м вертикально установленного орудия, если после выстрела снаряд достигает высоты 4500 м.
- 1.4.24. При равноускоренном движении тело проходит за четвертую секунду 16 м. Определить перемещение тела за седьмую секунду. Начальная скорость тела 2 м/с.
- 1.4.25. С вертолета, находящегося на высоте 500 м, упал камень. Через какое время камень достигнет поверхности Земли, если вертолет спускался со скоростью 5 м/с ?
- 1.4.26. С какой высоты падало тело, если за последние 2 с прошло путь 60 м ? Сколько времени падало тело ?
- 1.4.27. Свободно падающее тело прошло последние 30 м за 0,5 с. С какой высоты оно падало ?
- 1.4.28. Тело падает с высоты 10 м. За какое время тело прошло последний метр пути ?
- 1.4.29. Тело падает с высоты 4,9 м. Какова средняя скорость движения тела ?
- 1.4.30. Тело свободно падает без начальной скорости с высоты 45 м. Какой путь оно пройдет в последнюю секунду падения ?
- 1.4.31. Человек, стоящий на краю высохшего колодца, бросает вертикально вверх камень, сообщив ему скорость 10 м/с. Через какое время камень упадет на дно колодца, если его глубина 15 м ?
- 1.4.32. * Аэростат поднимается вертикально вверх с ускорением 2 м/с^2 . Через 5 с от начала его движения из него выпал предмет. Через какое время предмет упадет на Землю ?
- 1.4.33. * С аэростата, опускающегося со скоростью 5 м/с, бросают вертикально вверх тело со скоростью 10 м/с относительно аэростата. Через сколько секунд после броска тело поравняется с аэростатом ? Считать, что скорость аэростата после броска не изменяется.
- 1.4.34. * С вертолета, находящегося на высоте 300 м, сброшен груз. Через какое время груз упадет на землю, если вертолет поднимается со скоростью 5 м/с ? Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 1.4.35. * В последнюю секунду свободного падения тело прошло путь вдвое больше, чем в предыдущую секунду. С какой высоты оно падало ? ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$)

- 1.4.36. *Вертолет поднимается вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На высоте 100 м из него выбрасывается вверх предмет со скоростью 2 м/с относительно вертолета. Через какое время предмет упадет на землю ?
- 1.4.37. *Вертолет двигался равномерно вниз. Из вертолета выпал груз. Когда вертолет был на высоте 20 м над Землей, груз достиг Земли. Сколько времени падал груз ?
- 1.4.38. *Вертолет поднимается вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На высоте 50 м из него выпал тяжелый предмет. С какой скоростью предмет упадет на землю ? Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 1.4.39. *Двигатель ракеты, запущенной с поверхности Земли, сообщает ей постоянное ускорение 10 м/с^2 , направленное вертикально вверх. Сколько времени должен проработать двигатель, чтобы ракета достигла максимальной высоты 250 м ?
- 1.4.40. *Над шахтой глубиной 40 м вертикально вверх бросили камень со скоростью 12 м/с. Через какой промежуток времени будет услышан звук от удара камня о дно шахты, если скорость звука равна 330 м/с ?
- 1.4.41. *Парашютист сразу после прыжка пролетает расстояние 50 м с пренебрежимо малой силой сопротивления воздуха. Далее, после раскрытия парашюта, он движется с ускорением 2 м/с^2 и достигает земли со скоростью 3 м/с. С какой высоты прыгал парашютист ?
- 1.4.42. *При падении камня в колодец его удар о поверхность воды доносится через 5 с с момента падения. Принимая скорость звука равной 330 м/с, определить глубину колодца.
- 1.4.43. *Свободно падающий камень пролетел последние три четверти пути за одну секунду. С какой высоты падал камень, если его начальная скорость равна нулю ? Сопротивление воздуха не учитывать.
- 1.4.44. *Тело начинает свободно падать с высоты 45 м. В тот же момент с высоты 24 м бросают другое тело вертикально вверх. Оба тела падают на Землю одновременно. С какой скоростью бросили второе тело ?
- 1.4.45. *Тело падает без начальной скорости с высоты 45 м. Определить среднюю скорость падения на второй половине пути.
- 1.4.46. *Тело свободно падает с высоты 5 м. Найти среднюю скорость тела на нижней трети пути.
- 1.4.47. *Упругий шар, падая с высоты 80 м, после удара о Землю, отскакивает вертикально вверх со скоростью 0,75 скорости его при падении. Сколько времени пройдет от начала движения шара до второго удара о Землю ?
- 1.4.48. *Цепочка шаров висит над поверхностью стола: первый шар – на высоте 1 м, второй – на высоте 4 м, третий – на высоте 9 м. Цепочка обрывается, и шары последовательно ударяются об стол. Определите промежутки времени между ударами.
- 1.4.49. *Свободно падающее без начальной скорости тело пролетело мимо точки А со скоростью V_A . С какой скоростью оно пролетит мимо точки В, находящейся на расстоянии h ниже точки А ?
- 1.4.50. *За последнюю секунду свободно падающее без начальной скорости тело пролетело 0,75 всего пути. Чему равно полное время падения тела ?
- 1.4.51. *Мяч, брошенный вертикально вверх, упал на землю через 3 с. Чему равна величина скорости мяча в момент падения ?

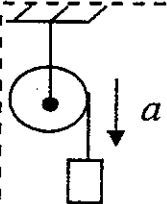
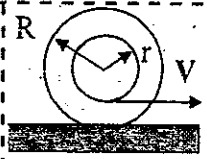
1.5.	1.5. Движение тела, брошенного горизонтально
1.5.1.	Камень брошен горизонтально со скоростью 5 м/с. Через 0,8 с он упал на землю. С какой высоты был брошен камень ?
1.5.2.	Камень брошен с некоторой высоты в горизонтальном направлении и упал на Землю через 3 с под углом 60° к вертикали. Определить начальную скорость камня.
1.5.3.	В горизонтальном направлении со скоростью 10 м/с брошено тело, которое падает на землю через 3 с. Найдите тангенс угла, который составит вектор скорости тела с горизонтом при падении.
1.5.4.	Дальность полета тела, брошенного горизонтально со скоростью 4,9 м/с, равна высоте, с которой его бросили. Чему равна эта высота ?
1.5.5.	Два тела брошены с высоты 100 м, первое – с горизонтальной скоростью 5 м/с, второе – без начальной скорости. На каком расстоянии друг от друга они упадут на землю ?
1.5.6.	Камень, брошенный горизонтально с вышки, через 3 с упал на землю на расстоянии 60 м от ее основания. Чему равна скорость камня в момент приземления ?
1.5.7.	Камень, брошенный горизонтально с обрыва высотой 10 м, упал на расстоянии 14 м от точки бросания. Определить начальную скорость.
1.5.8.	Понижение траектории снаряда, выпущенного из горизонтально расположенного ствола, составляет 0,1 м на расстоянии в 100 м. Определить начальную скорость снаряда.
1.5.9.	Тело брошено с высоты 2 м горизонтально так, что к поверхности земли оно подлетает под углом 45° к горизонту. Какое расстояние по горизонтали пролетит тело ?
1.5.10.	* Спортсменка, стоящая на вышке, бросает мяч с горизонтальной скоростью 15 м/с. Бросая мяч, она теряет равновесие и падает с вышки, достигая воды через 1 с. С какой скоростью мяч упадет в воду ?
1.5.11.	* Тело брошено горизонтально с высоты $h = 20$ м. Траектория его движения описывается уравнением $y = 20 - 0,05x^2$. Найти скорость, с которой было брошено тело.
1.6.	1.6. Движение тела, брошенного под углом к горизонту
1.6.1.	Тело брошено со скоростью 10 м/с под углом 30° к горизонту. Через какое время оно будет на высоте 1,05 м ?
1.6.2.	Баскетболист бросает мяч в кольцо. Скорость мяча после броска 8 м/с и составляет 60° с горизонтом. С какой скоростью мяч попал в кольцо, если он долетел до него за секунду ?
1.6.3.	Камень, брошенный с земли под углом 45° к горизонту, через 0,8 с после начала движения имел вертикальную составляющую скорости 12 м/с. Чему равно расстояние между точкой бросания и местом падения камня ?
1.6.4.	Минимальная скорость при движении тела, брошенного под углом к горизонту, равна 5 м/с, а максимальная 10 м/с. Определить угол, под которым брошено тело.
1.6.5.	* На некоторой высоте одновременно из одной точки брошены два тела под углом 45° к вертикали со скоростью 20 м/с: одно – вниз, другое – вверх. Определить разность высот, на которых будут тела через 2 с.

- 1.6.6. * Под каким углом к горизонту нужно бросить тело, чтобы высота его подъема была в два раза больше дальности его полета ?
- 1.6.7. * Мяч, брошенный под некоторым углом к горизонту с начальной скоростью 10 м/с, через 0,5 с имел скорость 7 м/с. Определите максимальную высоту подъема мяча и время всего движения.
- 1.6.8. * Мяч, брошенный со скоростью 10 м/с под углом 45° к горизонту, ударяется о вертикальную стенку, находящуюся на расстоянии 3 м от места бросания. Определить модуль скорости мяча после удара, если удар абсолютно упругий.
- 1.6.9. * Пуля вылетает из ствола под углом 45° к горизонту со скоростью 60 м/с. На каком ближайшем расстоянии, считая по горизонтальному направлению от места выстрела, будет находиться пуля на высоте 50 м ?
- 1.6.10. * Снаряд вылетает из орудия со скоростью 1000 м/с под углом 60° к горизонту. Найдите кратчайшее расстояние от орудия до точки разрыва снаряда, если в момент разрыва вектор его скорости составлял с горизонтом угол 45° . Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 1.6.11. * Тело бросили под углом 60° к горизонту со скоростью 10 м/с. Определить момент времени, когда скорость будет направлена под углом 45° к горизонту.
- 1.6.12. * Тело брошено с начальной скоростью 40 м/с под углом 30° к горизонту. Через какое минимальное время от начала движения тело поднялось на половину максимальной высоты ?
- 1.6.13. * Бомбардировщик пикирует на цель под углом 60° к горизонту со скоростью 540 км/ч и сбрасывает бомбу на высоте 600 м. На каком расстоянии от цели по горизонтальному направлению надо освободить бомбу, чтобы она попала в цель ?
- 1.6.14. * Игрок посылает мяч с высоты $h = 1,2$ м над землей так, что угол бросания 45° . На расстоянии $S = 47$ м от места бросания расположена сетка высотой $H = 7,3$ м. Какова должна быть минимальная скорость, чтобы мяч перескочил сетку ?
- 1.6.15. * Камень, брошенный под углом к горизонту, упал на землю со скоростью 10 м/с. Чему равна высота подъема камня, если известно, что во время движения его максимальная скорость была вдвое больше минимальной ?
- 1.6.16. * Из орудия сделан выстрел вверх по склону горы. Угол наклона горы к горизонту 30° , угол наклона ствола орудия к горизонту 60° , скорость вылета снаряда 21 м/с. Найти расстояние от орудия до точки падения снаряда вдоль склона горы ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$).
- 1.6.17. * Из шланга, лежащего на земле, бьет под углом 45° к горизонту вода с начальной скоростью 10 м/с. Площадь сечения 5 см^2 . Определить массу струи, находящейся в воздухе.
- 1.6.18. * Какое расстояние по горизонтали до первого удара о пол пролетит мяч, брошенный со скоростью 10 м/с под углом 60° к горизонту, если он упруго ударится о потолок высотой 3 м ?
- 1.6.19. * Какой скоростью обладал мальчик при прыжке с трамплина, находящегося на горе с уклоном 45° , если он приземлился на склоне горы на расстоянии 29 м от трамплина, покинув его в горизонтальном направлении ?

1.6.20.	* С вершины холма бросают камень с начальной скоростью $V_0 = 10$ м/с под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. На каком расстоянии от вершины холма упадет камень, если поверхность холма представляет собой наклонную плоскость с углом $\beta = 45^\circ$ в основании?	
1.6.21.	* Струя воды бьет под углом 32° к горизонту. На расстоянии в 12 м она падает. Площадь отверстия шланга 1 см^2 . Сколько воды подает шланг за минуту?	
1.6.22.	* Тело брошено под углом 60° к горизонту с начальной скоростью 10 м/с. При этом на тело действует попутный горизонтальный ветер, сообщая ему ускорение 1 м/с^2 . Найдите дальность полета.	
1.7.	1.7. Относительность движения	
1.7.1.	Определить скорость относительно берега реки лодки, идущей перпендикулярно к течению. Скорость течения реки 1 м/с, скорость лодки относительно воды 2 м/с.	
1.7.2.	Скорость течения реки 1,5 м/с. Какую скорость относительно воды должен иметь катер, чтобы двигаться перпендикулярно берегу со скоростью 2,6 м/с относительно берега?	
1.7.3.	Движение двух автомобилей по шоссе задано уравнениями $X_1 = 2 \cdot t + 0,2 \cdot t^2$ и $X_2 = 80 - 4 \cdot t$. Найти время и место встречи автомобилей.	
1.7.4.	Лодка, двигаясь перпендикулярно берегу, оказалась на другом берегу на расстоянии 25 м ниже по течению через 40 с. Ширина реки 100 м. Определить скорость течения реки.	
1.7.5.	По оси X движутся две точки: первая по закону $X_1 = 10 + 2 \cdot t$, а вторая — по закону $X_2 = 7 \cdot t + 5 \cdot t^2$. В какой момент времени они встретятся?	
1.7.6.	Скорость велосипедиста 36 км/ч, а скорость встречного ветра 4 м/с. Какова скорость ветра в системе отсчета, связанной с велосипедистом?	
1.7.7.	Танк движется со скоростью 20 км/ч. С какими скоростями относительно дороги движутся верхняя и нижняя части гусениц?	
1.7.8.	Два поезда идут навстречу друг другу со скоростями 36 и 54 км/ч. Пассажир в первом поезде замечает, что второй поезд проходит мимо него в течение 6 с. Какова длина второго поезда?	
1.7.9.	Автомобиль, двигаясь равномерно со скоростью 45 км/ч, в течение 10 с прошел путь такой же, как автобус, двигавшийся в том же направлении с постоянной скоростью, за время 15 с. Какова скорость автомобиля относительно скорости автобуса?	
1.7.10.	Акула и подводная лодка начали двигаться одновременно из одной точки в одном направлении, лодка равномерно со скоростью 18 км/ч, а акула равноускоренно с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. На каком расстоянии друг от друга они будут находиться через 0,5 мин?	
1.7.11.	В течение какого времени скорый поезд длиной 280 м, следуя со скоростью 72 км/ч, будет проходить мимо встречного товарного поезда длиной 700 м, идущего со скоростью 54 км/ч?	

- 1.7.12. Катер проходит расстояние между двумя пунктами на реке в обе стороны за 14 ч. Чему равно это расстояние, если скорость катера в стоячей воде равна 35 км/ч, а скорость течения реки равна 5 км/ч ?
- 1.7.13. Катер, переправляясь через реку шириной 600 м, двигался перпендикулярно течению реки со скоростью 4 м/с в системе отсчета, связанной с водой. На какое расстояние будет снесен катер течением, если скорость течения 1,5 м/с ?
- 1.7.14. Когда нет ветра, капли дождя оставляют на окне равномерно движущегося вагона линии, направленные под углом 60° к вертикали. Какова скорость капель относительно Земли, если поезд движется со скоростью 72 км/ч ?
- 1.7.15. Моторная лодка проходит расстояние между двумя пунктами А и В по течению реки за 3 ч, а плот – за 12 ч. Сколько времени затратит моторная лодка на обратный путь ?
- 1.7.16. Пассажир едет в поезде, скорость которого 80 км/ч. Навстречу этому поезду едет товарный поезд длиной 1 км со скоростью 40 км/ч. Сколько времени пассажир будет видеть товарный поезд ?
- 1.7.17. Пловец переплывает реку по прямой, перпендикулярной берегу. Определить скорость течения, если скорость пловца относительно воды в два раза больше скорости течения. Модуль скорости пловца относительно берега равен 0,5 м/с.
- 1.7.18. Пассажирский поезд идет со скоростью 72 км/ч. По соседнему пути движется навстречу ему товарный поезд длиной 140 м со скоростью 54 км/ч. Сколько времени человек, стоящий у окна, будет видеть проходящий мимо него товарный поезд ?
- 1.7.19. *Парашиютист опускается вертикально вниз со скоростью 4 м/с в безветренную погоду. С какой скоростью он будет двигаться при горизонтальном ветре, скорость которого относительно земли равна 3 м/с ?
- 1.7.20. *Вертолет летит на высоте 500 м со скоростью 100 м/с. Навстречу ему по реке движется катер со скоростью 20 м/с, на который с вертолета сбрасывают груз. На каком расстоянии от катера должен находиться вертолет в момент выброса груза ?
- 1.7.21. *В момент, когда тронулся поезд, провожающий стал равномерно бежать по ходу поезда со скоростью 3,5 м/с. Принимая движение поезда равноускоренным, определить скорость поезда в тот момент, когда уезжающий поравняется с провожающим.
- 1.7.22. *Кран равномерно поднимает груз со скоростью 0,3 м/с и одновременно движется по рельсам со скоростью 0,4 м/с. Чему равна скорость груза относительно Земли ?
- 1.7.23. *Катер, плывущий вниз по реке, догоняет спасательный круг. Через 30 мин после встречи с кругом катер поворачивает назад и снова встречает круг на расстоянии 5 км от места первой встречи. Определите скорость течения реки. Мощность катера постоянна.
- 1.7.24. *Автомобиль движется со скоростью 12 м/с. Чему равен модуль линейной скорости верхней точки протектора колеса автомобиля относительно земли ?
- 1.7.25. *Человек бежит со скоростью 5 м/с относительно палубы теплохода в направлении, противоположном направлению движения теплохода. Скорость теплохода относительно пристани равна 54 км/ч. Чему равна скорость человека относительно пристани ?

1.7.26.	При движении моторной лодки по течению реки ее скорость относительно берега $V_1 = 10$ м/с, а при движении против течения $V_2 = 6$ м/с. Чему равна скорость течения реки?
1.7.27.	При движении моторной лодки по течению реки ее скорость относительно берега $V_1 = 10$ м/с, а при движении против течения $V_2 = 6$ м/с. Чему равна скорость лодки в стоячей воде?
1.8.	1.8. Движение по окружности
1.8.1.	Какова линейная скорость точек на ободе колеса паровой турбины с диаметром колеса 1 м и частотой вращения 300 об/мин?
1.8.2.	Какова угловая скорость вращения колеса, делающего 240 оборотов за 2 мин?
1.8.3.	Найти скорость движения автомобиля, если его колесо диаметром 1,1 м делает 309 оборотов в минуту.
1.8.4.	С какой скоростью едет велосипедист, если колесо делает 100 об/мин. Радиус колеса 40 см.
1.8.5.	Угол поворота колеса радиусом 0,2 м изменяется по закону $\varphi = 9,42 \cdot t$ (рад). Сколько оборотов в минуту делает колесо?
1.8.6.	На повороте вагон трамвая движется с постоянной по модулю скоростью 5 м/с. Чему равно его центростремительное ускорение, если радиус закругления пути 50 м.
1.8.7.	С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 40 м, чтобы центростремительное ускорение было 10 м/с^2 ?
1.8.8.	Во сколько раз изменится центростремительное ускорение тела, если оно будет двигаться равномерно по окружности вдвое большего радиуса с той же угловой скоростью?
1.8.9.	Колесо велосипеда делает 100 об/мин. Каков радиус колеса, если скорость велосипедиста равна 4 м/с?
1.8.10.	Минутная стрелка часов в 3 раза длиннее секундной. Во сколько раз линейная скорость конца секундной стрелки больше линейной скорости конца минутной стрелки?
1.8.11.	Тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью. Во сколько раз изменится центростремительное ускорение при увеличении скорости в два раза, если радиус окружности также увеличился в два раза?
1.8.12.	Тело движется равномерно по окружности. Во сколько раз увеличится центростремительное ускорение тела, если скорость увеличить в два раза, а радиус окружности уменьшить в 4 раза?
1.8.13.	Тело равномерно движется по окружности радиусом 2 м с частотой $0,5 \text{ с}^{-1}$. Определить модуль центростремительного ускорения тела.
1.8.14.	Тепловоз движется со скоростью 60 км/ч. Сколько оборотов в секунду делают его колеса, если их радиус 50 см?
1.8.15.	К валу, радиус которого 5 см, прикреплена нить. Через 5 с после начала равномерного вращения вала на него намоталось 10 м нити. Чему равны период и угловая скорость вращения вала?
1.8.16.	Велосипедист начинает делать поворот по кругу со скоростью 10 м/с, а заканчивает со скоростью 5 м/с. Определите максимальное отношение центростремительных ускорений во время поворота.

- 1.8.17. Вертолет начал снижаться вертикально вниз с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Лопасть винта вертолета вращается с частотой 5 с^{-1} . Определить число оборотов лопасти за время снижения вертолета с высоты 40 м .
- 1.8.18. Вычислить путь, который проехал за 30 с велосипедист,двигающийся с угловой скоростью $0,10 \text{ рад/с}$ по окружности радиуса 100 м .
- 1.8.19. Материальная точка движется по окружности. Угол поворота радиуса, соединяющего материальную точку с центром окружности, изменяется по закону $\varphi = 5 \cdot t \text{ рад}$. Определите центростремительное ускорение через 4 с , если радиус окружности равен $0,05 \text{ м}$.
- 1.8.20. Найти радиус вращающегося колеса, если линейная скорость точки на ободе в 3 раза больше линейной скорости точки, лежащей на 40 см ближе к оси колеса.
- 1.8.21. Обруч катится по горизонтальной плоскости без проскальзывания со скоростью V . Чему равен модуль скорости верхней точки относительно поверхности Земли?
- 1.8.22. Точки окружности вращающегося диска имеют линейную скорость по модулю 3 м/с , а точки, находящиеся ближе к оси вращения на $0,1 \text{ м}$, имеют линейную скорость по модулю 2 м/с . Найти угловую скорость вращения диска.
- 1.8.23. Угловая скорость лопастей вентилятора $20 \cdot \pi \text{ рад/с}$. Найти число оборотов за 30 мин .
- 1.8.24. Частота вращения воздушного винта самолета 1500 об/мин . Сколько оборотов сделает винт на пути 90 км при скорости полета 180 км/ч ?
- 1.8.25. Шкив радиусом 10 см приводится во вращение грузом, подвешенным на нити. Груз опускается с ускорением 2 см/с^2 . Какова угловая скорость шкива в тот момент, когда груз пройдет путь 1 м ?
- 
- 1.8.26. Определить радиус колеса, если при вращении скорость точек на ободе колеса равна 10 м/с , а скорость точек, лежащих на 42 см ближе к оси, 4 м/с .
- 1.8.27. *Для того чтобы повернуть трактор, движущийся со скоростью 18 км/ч , тракторист притормаживает одну из гусениц так, что ось ее ведущего колеса начинает двигаться вперед со скоростью 14 км/ч . Расстояние между гусеницами $1,5 \text{ м}$. Дугу какого радиуса опишет центр трактора?
- 1.8.28. *Колесо, имеющее 12 равноотстоящих спиц, во время вращения фотографируют с экспозицией $0,04 \text{ с}$. На снимке видно, что каждая спица повернулась за это время на половину угла между соседними спицами. Найти угловую скорость.
- 1.8.29. *Точка движется по окружности с постоянной по величине скоростью 50 см/с . Вектор скорости изменяет направление на 90° за 2 с . Каково центростремительное ускорение точки?
- 1.8.30. *С какой скоростью будет перемещаться ось катушки, если конец нити тянуть в горизонтальном направлении со скоростью 1 см/с , а катушка катится без скольжения. Радиус внутренней части катушки $r = 2 \text{ см}$, внешней — $R = 3 \text{ см}$.
- 

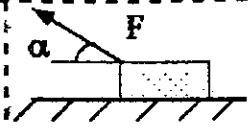
- 1.8.31. * Стержень длиной 50 см вращается с частотой 30 об/мин вокруг перпендикулярной к нему оси, при этом один его конец движется вокруг оси с линейной скоростью 0,57 м/с. Найдите линейную скорость другого конца стержня.
- 1.8.32. * Гладкий горизонтальный диск вращается вокруг вертикальной оси с частотой 40 об/мин. От поверхности диска на расстоянии половины радиуса от оси отрывается небольшое тело, скользящее по диску без трения. Через какое время предмет соскользнет с диска ?
- 1.8.33. Линейная скорость точки на ободе равномерно вращающегося колеса диаметром 80 см равна 4 м/с. Чему равен модуль ускорения этой точки?
- 1.8.34. Маховое колесо вращается с угловой скоростью 10 рад/с. Модуль линейной скорости некоторой точки маховика равен 2 м/с. Каков модуль линейной скорости точки, находящейся дальше от оси маховика на 0,1 м?
- 1.8.35. Колесо имеет угловую скорость вращения 2π рад/с. За какое время оно делает 100 оборотов?
- 1.8.36. У паровой турбины радиус рабочего колеса в 8 раз меньше, а число оборотов в единицу времени в 20 раз больше, чем у рабочего колеса гидротурбины. Во сколько раз модуль ускорения точек обода колеса паровой турбины больше, чем у гидротурбины?

2. ДИНАМИКА, ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

- 2.1. 2.1. Сила, импульс, законы Ньютона
- 2.1.1. Тело движется прямолинейно под действием силы 16 Н. Зависимость пути от времени имеет вид $S = 10 - 5 \cdot t + 2 \cdot t^2$, м. Найти массу тела.
- 2.1.2. Тело массой 3 кг движется горизонтально с ускорением 4 м/с^2 . Определить действующую на него силу.
- 2.1.3. На тело массой 5 кг подействовали горизонтальной силой 4 Н. Какую скорость приобретет тело за 10 с при отсутствии трения?
- 2.1.4. Под действием какой силы прямолинейное движение частицы массой 100 г описывается уравнением $X = 1 + 3 \cdot t - t^2$.
- 2.1.5. Под действием горизонтальной силы, равной 12 Н, тело движется по горизонтальной поверхности по закону $X = X_0 + 1,2 t^2$. Найти массу тела, если коэффициент трения равен 0,1.
- 2.1.6. Определить плотность тела массой 100 г и объемом 500 см^3 .
- 2.1.7. Определить вес человека массой 70 кг в лифте, опускающемся равномерно замедленно с ускорением 1 м/с^2 .
- 2.1.8. С какой силой давит человек массой 70 кг на вертикальную спинку сиденья автомобиля, который движется по горизонтальному участку с ускорением 3 м/с^2 ?
- 2.1.9. К нити подвешен груз массой 1 кг. Определить силу натяжения нити, если нить с грузом поднимать с ускорением 5 м/с^2 .
- 2.1.10. К нити подвешен груз массой 1 кг, который опускается с ускорением 5 м/с^2 . Определить силу натяжения.

- 2.1.11. Поезд, подъезжая к станции со скоростью 72 км/ч, начинает тормозить. Каково наименьшее время торможения поезда до полной остановки, безопасное для спящих пассажиров (пассажиры не падают с полок)? Коэффициент трения о полки 0,2.
- 2.1.12. Поезд, подъезжая к станции со скоростью 60 км/ч, тормозит. За какое минимальное время он может остановиться, чтобы лежащие на полках чемоданы при коэффициенте трения 0,2 не сдвинулись с места? Торможение происходит с постоянным ускорением.
- 2.1.13. При каком ускорении разорвется трос, прочность которого на разрыв равна 15 кН, при подъеме груза массой 500 кг?
- 2.1.14. Груз массой 2 кг подвешен на динамометре. Снизу груз тянут с силой 10 Н. Что показывает динамометр?
- 2.1.15. Автомобиль массой 1,2 т движется с места с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$. Какую силу тяги развивает двигатель, если коэффициент трения 0,02?
- 2.1.16. Под действием силы 30 Н тело поднимается вверх с ускорением 10 м/с^2 . Определить массу тела.
- 2.1.17. Тело массой 3 кг падает в воздухе вертикально вниз с ускорением 8 м/с^2 . Определить силу сопротивления воздуха.
- 2.1.18. С какой силой давит тело массой 2 кг на пол лифта, поднимающегося с ускорением 3 м/с^2 , направленным вертикально вверх?
- 2.1.19. Шар массой 0,1 кг движется со скоростью 5 м/с. После удара о стенку шар стал двигаться в противоположном направлении со скоростью 4 м/с. Чему равно изменение импульса шара в результате удара?
- 2.1.20. Автомобиль массой 2 т, двигаясь равноускоренно, через 4 с достиг скорости 2 м/с. При буксировке трос автомобиля удлинился на 0,01 м. Определить коэффициент жесткости троса.
- 2.1.21. На тело массой 15 кг, лежащее на земле, действует направленная вверх сила 45 Н. Определить ускорение тела.
- 2.1.22. Автомобиль массой 2 т, трогаясь с места, прошел путь 100 м за 10 с. Найти силу тяги.
- 2.1.23. Тело массой 50 г, падающее со скоростью 2 м/с, упруго соударяется с горизонтальной поверхностью. Найти силу удара, если его длительность 0,005 с.
- 2.1.24. Из орудия вылетает снаряд массой 10 кг со скоростью 500 м/с. Найти силу давления пороховых газов, считая ее постоянной во все время движения снаряда внутри ствола орудия, равное 0,01 с.
- 2.1.25. Скорость автомобиля изменяется по закону $V = 10 + 0,5 \cdot t$. Найдите результирующую силу, действующую на него, если масса автомобиля 1,5 тонны.
- 2.1.26. Два автомобиля массами m и $2m$ движутся в одном направлении с одинаковыми скоростями V . Чему равен модуль импульса второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем?
- 2.1.27. Пуля массой 10 г, летевшая со скоростью 400 м/с, пробив доску толщиной 5 см, уменьшила скорость вдвое. Определить среднюю силу сопротивления доски движению пули.
- 2.1.28. Пуля массой 9 г, летевшая со скоростью 600 м/с, попадает в деревянную стену и проникает в нее на глубину 20 см. Определить среднюю силу сопротивления движению пули.

- 2.1.29. На тело, движущееся по горизонтальной поверхности, действуют следующие силы: сила тяжести, сила реакции опоры, сила трения, равная по модулю 6 Н, и сила тяги, равная по модулю 20 Н и приложенная под углом 60° к горизонту. Определить модуль равнодействующей силы.
- 2.1.30. На участке дороги, где для автотранспорта установлена предельная скорость 30 км/ч, водитель применил аварийное торможение. Определить скорость автомобиля перед торможением, если тормозной путь оказался 12 м. Коэффициент трения по сухому асфальту равен 0,6 ?
- 2.1.31. Найти модуль изменения импульса шарика массой 20 г за 3 с свободного падения. Сопротивление воздуха не учитывать.
- 2.1.32. Определить натяжение каната, к которому подвешена клеть подъемной машины. Клеть массой 300 кг движется вниз с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$.
- 2.1.33. Парашютист, достигнув в затыжном прыжке скорости 55 м/с, раскрыл парашют, после чего за 2 с скорость уменьшилась до 5 м/с. Найти наибольшую силу натяжения строп парашюта, если масса парашютиста 80 кг.
- 2.1.34. Канат может выдержать нагрузку 2,5 кН. С каким максимальным ускорением можно поднимать груз массой 200 кг, чтобы канат не порвался ?
- 2.1.35. Летящая пуля попадает в мешок с песком и углубляется на 15 см. На какую глубину войдет в песок такая же пуля, если ее скорость увеличить вдвое ? (Сила сопротивления постоянна, мешок неподвижен).
- 2.1.36. Металлический шарик массой 100 г падает на горизонтальную плоскость с высоты 20 см и отскакивает после удара снова на высоту 20 см. Найти среднюю силу удара шарика о плоскость, если длительность удара 0,04 с.
- 2.1.37. Мяч массой 0,15 кг ударяется о гладкую стенку под углом 30° к ней и отскакивает без потери скорости. Найти среднюю силу, действующую на мяч со стороны стенки, если скорость мяча 10 м/с, а продолжительность удара 0,1 с.
- 2.1.38. Вор, масса которого вместе с добычей 125 кг, убегая, налетает на камень. Столкновение длится 0,1 с, в результате чего скорость бегущего уменьшается на 1,5 м/с. Какую силу испытывает нога человека при столкновении ?
- 2.1.39. Два автомобиля с одинаковыми массами m движутся со скоростями V и $2V$ относительно Земли навстречу друг другу. Чему равен модуль импульса второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем ?
- 2.1.40. Две стальные проволоки одинаковой длины, диаметр первой в 3 раза больше диаметра второй, подвержены действию одинаковых растягивающих сил. Во сколько раз отличается относительное удлинение второй проволоки от относительного удлинения первой ?
- 2.1.41. Ракета на старте с поверхности Земли движется вертикально вверх с ускорением 20 м/с^2 . Каков вес космонавта массой 80 кг.
- 2.1.42. С каким ускорением будет опускаться груз на нити, если сила натяжения нити в 1,25 раза меньше силы тяжести груза ?

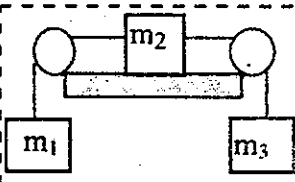
- 2.1.43. С какой минимальной силой, направленной горизонтально, нужно прижать плоский брусок массой 5 кг к вертикальной плоскости, чтобы он не соскользнул вниз? Коэффициент трения между бруском и стеной 0,1.
- 2.1.44. С какой силой давит человек массой 70 кг на пол лифта, движущегося вниз с ускорением 1 м/с^2 ?
- 2.1.45. С какой силой следует придавить тело массой 4,5 кг к вертикальной стене, чтобы оно двигалось вниз с ускорением $1,8 \text{ м/с}^2$? Коэффициент трения равен 0,5.
- 2.1.46. Автомобиль идет по горизонтальной дороге со скоростью 72 км/ч. Найти тормозной путь автомобиля, если коэффициент трения между дорогой и колесами равен 0,3.
- 2.1.47. Тело массой 5 кг покоится на горизонтальной поверхности. К телу приложена сила $F = 10 \text{ Н}$ под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Определите минимальный коэффициент трения, при котором тело останется в покое.
- 
- 2.1.48. Тело, брошенное вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с, достигло высшей точки подъема через 2,5 с. Определите среднее значение силы F сопротивления воздуха, если масса тела 40 г.
- 2.1.49. Три бруска, массы которых 0,5, 0,3 и 0,1 кг, связаны нитями и лежат на столе. К первому бруску приложена горизонтально направленная сила, равная 18 Н. Какова сила натяжения нити, связывающей первый и второй бруски? Трение не учитывать.
- 2.1.50. Тело массой 1,5 кг движется вверх по вертикальной стенке под действием силы 20 Н, направленной под углом 30° к вертикали в сторону стенки. Коэффициент трения между телом и стеной 0,1. Определите ускорение тела ($g=9,8 \text{ м/с}^2$).
- 2.1.51. Тело массой 100 кг движется по горизонтальной поверхности под действием силы 250 Н, направленной под углом 30° к горизонту и проходящей через центр тяжести тела. Определить коэффициент трения, если тело движется с ускорением 1 м/с^2 .
- 2.1.52. Тело массой 200 кг упало на грунт со скоростью 100 м/с и погрузилось в него на глубину 5 м. Найти среднюю силу сопротивления грунта.
- 2.1.53. Брусок массой 50 кг прижимается к вертикальной стене с силой 100 Н. Какая сила необходима, чтобы равномерно поднимать брусок вверх? Коэффициент трения между телом и стеной равен 0,3.
- 2.1.54. Троллейбус, масса которого 12 т, трогаясь с места, за 5 с проходит по горизонтальному пути расстояние в 10 м. Определить силу тяги, развиваемую двигателем, если сила сопротивления 2,4 кН.
- 2.1.55. Через сколько секунд тело, брошенное вертикально вверх со скоростью 44,8 м/с, упало на Землю, если сила сопротивления воздуха не зависела от скорости и составляла в среднем $1/7$ часть силы тяжести?
- 2.1.56. Чтобы на неподвижном блоке поднимать равномерно груз, требуется усилие 270 Н, а чтобы опускать – 250 Н. Чему равна масса груза?
- 2.1.57. На гладкой доске лежат два тела массами 2 и 3 кг, соединенные легкой нерастяжимой нитью. К первому телу приложили горизонтальную силу 5 Н, ко второму – 10 Н, направленную противоположно первой. Определите силу натяжения нити, соединяющей тела.

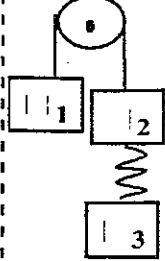
- 2.1.58. * Человек везет двое связанных между собой саней, прикладывая к веревке силу 120 Н под углом 45° к горизонту. Массы саней одинаковы и равны 15 кг. Коэффициент трения полозьев по снегу 0,02. Найти ускорение саней.
- 2.1.59. * Тело массой 100 г движется вверх по вертикальной стене под действием силы 2 Н, направленной под углом 30° к вертикали. Коэффициент трения между телом и стеной 0,1. Определить ускорение тела.
- 2.1.60. * Груз массой 1 кг падает с высоты 240 м и углубляется в землю на 0,2 м. Определить среднюю силу сопротивления, если начальная скорость падения 14 м/с. Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 2.1.61. * Дождевая капля массой 0,02 г под влиянием горизонтально дующего ветра падает под углом 30° к горизонтали. Определить силу давления ветра на каплю.
- 2.1.62. * Материальная точка массой 1 кг движется со скоростью, которая изменяется по закону $V = 10 - 2 \cdot t$ (м/с). На сколько изменится импульс материальной точки за 4 с.
- 2.1.63. * Канат лежит на плоской горизонтальной крыше так, что часть его свешивается с крыши. Определить коэффициент трения каната о крышу, если канат начинает скользить вниз, когда 0,15 его длины свешивается с крыши.
- 2.1.64. * Мяч массой 0,2 кг движется к стенке под углом 30° к ней со скоростью 6 м/с и отскакивает от нее. Определить, какой импульс силы передан стенке, если удар абсолютно упругий.
- 2.1.65. * Пуля массой 0,3 г, выпущенная из пневматической винтовки вертикально вверх, упала на землю спустя 11 с. Каково среднее давление воздуха на пулю внутри ствола, если его длина 45 см, а диаметр 4,5 мм ?
- 2.1.66. * Стержень длиной 0,9 м движется с ускорением под действием приложенной к его концу силы 6 Н. Определите силу натяжения стержня на расстоянии 30 см от места приложения силы.
- 2.1.67. * Тело массой 2 кг начинает движение под действием постоянной по направлению силы. Модуль силы со временем увеличивается линейно, возрастая от 0 до 4 Н за 2 с. Какова скорость тела в конце второй секунды?
- 2.1.68. * Что покажут пружинные весы в лифте при измерении веса груза массой 1 кг, если лифт начинает свободно падать ?
- 2.1.69. * Хоккейная шайба, имея начальную скорость 5 м/с, скользит до удара о борт площадки 10 м. Удар считать абсолютно упругим, коэффициент трения шайбы о лед 0,1, сопротивлением воздуха пренебречь. Какой путь пройдет шайба после удара ?
- 2.1.70. * Два соприкасающихся бруска лежат на горизонтальном столе, по которому они могут скользить без трения. Масса первого бруска 2 кг, второго – 3 кг. Один из брусков толкают с силой 10 Н. Определить силу, с которой бруски давят друг на друга, если сила приложена к первому бруску.
- 2.1.71. * Есть два способа закинуть льдинку: бросить ее под углом 45° к горизонту или пустить скользить по льду с коэффициентом трения о лед 0,02. Каково отношение пути льдинки при втором способе к дальности полета при первом ? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 2.1.72. * К вертикальной стене с силой 40 Н, направленной горизонтально, прижимается брусок массой 4 кг. Определить модуль импульса бруска через 1,5 с с момента начала движения, если коэффициент трения бруска о стену равен 0,1.
- 2.1.73. * На гладкой поверхности лежит доска массой 5 кг, на ней находится тело массой 3 кг. Коэффициент трения тела о доску равен 0,2. Какую минимальную силу надо приложить к доске горизонтально, чтобы тело соскользнуло с доски?
- 2.1.74. * Струя сечением 6 см^2 ударяет из брандспойта в стенку под углом 60° к нормали и под тем же углом упруго «отражается» от нее. Скорость течения воды в струе 15 м/с. С какой силой она давит на стену?
- 2.1.75. * На скользкой дороге коэффициент трения между дорогой и колесами мотоцикла 0,1. При этом наибольшая скорость, с которой может двигаться мотоцикл, 15 м/с. Сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости, т.е. $F = K \cdot V^2$. Определите коэффициент пропорциональности K. Масса мотоциклиста вместе с мотоциклом 200 кг.
- 2.1.76. * Груз массой 10 кг привязан к свободно свисающему концу веревки, намотанной на лебедку. Груз и лебедка находятся на некоторой высоте. Груз начинает падать, причем веревка натянулась, когда груз пролетел расстояние 12 м. Какую минимальную длину веревки пришлось выпустить при торможении груза до полной его остановки, если максимальная сила натяжения 180 Н?
- 2.1.77. * Координаты тела массы $m = 1 \text{ кг}$, движущегося прямолинейно вдоль оси x , меняются со временем по закону $x = 7 + 5t(2 + t) \text{ м}$. Чему равен модуль силы, действующей на тело? :
- 2.1.78. * Камень брошен под углом 60° к горизонту. Как соотносятся между собой модули начального импульса P_1 камня с его импульсом P_2 в верхней точке траектории?
- 2.1.79. * Молекула массы m , летящая со скоростью V , ударяется о стенку сосуда под углом α к нормали и под таким же углом отскакивает от нее без потери скорости. Чему равен модуль изменения импульса молекулы за время удара?
- 2.1.80. * К невесомой нити подвешен груз массы 1 кг. Точка подвеса нити движется равноускоренно вертикально вниз с ускорением 4 м/с^2 . Чему равно натяжение нити?
- 2.1.81. * Четыре одинаковых кубика, связанные невесомыми нитями, движутся по гладкому горизонтальному столу под действием горизонтальной силы F , приложенной к первому кубику. Чему равна сила натяжения нити, связывающей третий и четвертый кубики?
- 2.1.82. * Два тела масс m_1 и m_2 , связанные невесомой нитью, лежат на гладкой горизонтальной поверхности. Нить обрывается, если сила ее натяжения превышает значение T_m . С какой максимальной горизонтальной силой F можно тянуть второе тело, чтобы нить не оборвалась?
- 2.1.83. * Стержень длины L движется по гладкой горизонтальной поверхности. Какая упругая сила возникает в сечении стержня на расстоянии $L/4$ от конца, к которому приложена сила F , направленная вдоль стержня?

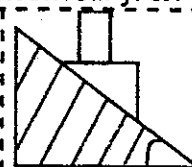
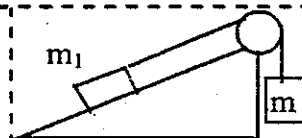
- 2.1.84. Тело массы 10 кг движется по горизонтальной плоскости под действием силы, равной 50 Н , направленной под углом 30° к горизонту. Коэффициент трения скольжения между телом и плоскостью равен $0,1$. Чему равна сила трения, действующая на тело?
- 2.1.85. В кузове автомобиля лежит груз. При каком минимальном ускорении автомобиля груз начнет скользить относительно кузова? Коэффициент трения между дном кузова и грузом равен $0,2$.
- 2.1.86. * На шероховатой горизонтальной поверхности лежит тело массы 1 кг . Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен $0,1$. При действии на тело горизонтальной силы $0,5 \text{ Н}$ определить силу трения между телом и поверхностью.
- 2.1.87. Тело массы m движется под действием силы F . Как изменится модуль ускорения тела, если массу тела уменьшить в два раза, а силу увеличить в два раза?
- 2.1.88. * Тело массы m движется под действием двух равных по модулю взаимно перпендикулярных сил. Как изменится модуль ускорения тела, если модули этих сил увеличить в 2 раза, а направление одной силы изменить на противоположное?
- 2.1.89. * Тело массы 2 кг движется с результирующим ускорением 5 м/с^2 под воздействием двух постоянных взаимно перпендикулярных сил, одна из которых равна 8 Н . Чему равна величина второй силы?
- 2.1.90. На материальную точку массы 1 кг действуют две постоянные взаимно перпендикулярные силы. Ускорения, сообщаемые точке каждой силой в отдельности, равны 3 и 4 м/с^2 . Чему равна величина результирующей силы, действующей на точку?

2.2. Неподвижный блок

- 2.2.1. Через неподвижный блок перекинута нить с грузами массой 3 и 5 кг . С каким ускорением будут двигаться грузы?
- 2.2.2. Три груза массами $m_1 = 1 \text{ кг}$, $m_2 = 2 \text{ кг}$, $m_3 = 3 \text{ кг}$ соединены легкими нитями, проходящими через неподвижные блоки, установленные на краях стола. Коэффициент трения второго тела о стол $0,5$. Определите ускорение.
- 
- 2.2.3. Через неподвижный блок перекинута нить, к концам которой подвешены грузы массой 3 и $1,9 \text{ кг}$. Найти силу натяжения нити. Считать, что трение в блоке отсутствует. Массой нити и блока пренебречь.
- 2.2.4. * Два грузика массами $m_1 = 0,3 \text{ кг}$ и $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ соединены нитью, перекинутой через блок, подвешенный на пружинных весах. Определите показания пружинных весов. Трением в оси блока и его массой пренебречь.
- 2.2.5. * Два одинаковых груза массами $0,1 \text{ кг}$ связаны между собой нитью, перекинутой через блок. На один из грузов кладут перегрузок массой $0,05 \text{ кг}$. Определить, с какой силой будет давить перегрузок на груз.
- 2.2.6. * Две гири неравной массы висят на концах нити, перекинутой через невесомый блок, причем легкая гиря расположена на 2 м ниже тяжелой. Если дать им возможность двигаться, то через 2 с они окажутся на одной высоте. Определите отношение массы большей гири к массе меньшей.

2.2.7.	* Через невесомый блок перекинута нерастяжимая нить, к одному из концов которой привязан груз массой $m_1 = 2$ кг. На другом конце закреплены грузы $m_2 = 0,3$ кг и $m = 0,2$ кг, соединенные пружиной с коэффициентом жесткости $K = 100$ Н/м. Определить растяжение пружины при установившемся движении системы, если массами нити и пружины можно пренебречь.	
2.2.8.	* К концам нерастянутой нити, перекинутой через застопоренный блок, подвешенный к потолку, прикреплены два груза общей массой 30 кг. Когда сняли стопор, грузы пришли в движение, и пройдя расстояние 120 см каждый, приобрели скорость 2 м/с. Найти массу большого груза.	
2.2.9.	* К одному концу невесомой и нерастяжимой нити, перекинутой через невесомый блок, подвешен груз массы m . Груз будет подниматься с ускорением a , если за другой конец нити тянуть вниз с силой F . Чему равна эта сила?	
2.3.	2.3. Наклонная плоскость	
2.3.1.	Тело скользит с постоянной скоростью вниз по наклонной плоскости с углом наклона 45° к горизонту. Определить коэффициент трения.	
2.3.2.	Лыдка скользит по инерции вверх по наклонной плоскости с углом наклона к горизонту 45° , имея скорость 6 м/с у основания. На какую высоту она поднимется, если коэффициент трения равен 0,2?	
2.3.3.	По канатной дороге, идущей с уклоном 30° к горизонту, опускается вагонетка массой 500 кг. Определить натяжение каната при торможении вагонетки в конце спуска, если скорость вагонетки перед торможением 2 м/с, время торможения 5 с, коэффициент трения 0,1.	
2.3.4.	По наклонной плоскости с углом наклона 30° к горизонту скользит вниз тело. Определить скорость тела в конце второй секунды скольжения, если коэффициент трения 0,15.	
2.3.5.	Санки можно удерживать на ледяной горке с уклоном 0,2 (отношение высоты к длине) силой, параллельной горке и не меньшей 49 Н. Чтобы тянуть санки в горку равномерно, силу надо увеличить на 9,8 Н. С каким ускорением будут двигаться санки, если им предоставить возможность скатываться?	
2.3.6.	Тело массой 1 кг, имеющее у основания наклонной плоскости скорость 6 м/с, поднимается по наклонной плоскости в течение 1 с. Найти силу трения, действующую на тело, если угол наклона плоскости к горизонту 30° .	
2.3.7.	Тело скользит равномерно по наклонной плоскости, угол наклона которой 30° . Определить коэффициент трения тела о плоскость.	
2.3.8.	Тело соскальзывает без начальной скорости с наклонной плоскости. Угол наклона плоскости к горизонту 30° , длина плоскости 2 м. Коэффициент трения тела о плоскость 0,3. Каково ускорение тела и сколько длится соскальзывание?	

- 2.3.9. Автомобиль при полностью включенных тормозах (колеса не вращаются) может удержаться на участке горной дороги с наклоном до 30° . Каков тормозной путь этого автомобиля на горизонтальном участке той же дороги при скорости 72 км/ч ?
- 2.3.10. С ледяной горки высотой 3 м и длиной основания 5 м съезжают санки, которые останавливаются, пройдя путь по горизонтали 95 м . Найти коэффициент трения, считая его везде постоянным.
- 2.3.11. * Брусок массой 3 кг находится на наклонной плоскости, составляющей угол 45° с горизонтом. Какую наименьшую горизонтальную силу следует приложить к бруску, чтобы он покоился, если коэффициент трения между бруском и плоскостью равен $0,5$?
- 2.3.12. * Брусок сползает без начальной скорости с высоты 2 м по доске, наклоненной под углом 45° к горизонту. После спуска брусок попадает на горизонтальный пол. Коэффициенты трения бруска о доску и пол одинаковы и равны $0,5$. На каком расстоянии от конца доски остановится брусок ?
- 2.3.13. * Ледяная гора составляет с горизонтом угол 30° , по ней снизу вверх пускают камень, который в течение 2 с проходит расстояние 16 м , после чего соскальзывает вниз. Сколько времени длится соскальзывание камня вниз ?
- 2.3.14. * Ледяная горка составляет с горизонтом угол 10° . По ней пускают вверх камень, который, поднявшись на некоторую высоту, соскальзывает по тому же пути вниз. Каков коэффициент трения, если время спуска в 2 раза больше времени подъема ?
- 2.3.15. * С каким ускорением движутся грузы $m_1 = 0,5 \text{ кг}$ и $m_2 = 0,6 \text{ кг}$, если высота наклонной плоскости $h = 60 \text{ см}$, длина наклонной плоскости $l = 1 \text{ м}$ и коэффициент трения первого груза о плоскость $0,25$? Невесомый блок вращается по часовой стрелке.
- 2.3.16. * С горы высотой 2 м и основанием 5 м съезжают санки, которые затем останавливаются, пройдя по горизонтали путь 35 м от основания горы. Найти коэффициент трения.
- 2.3.17. * Чему должен быть равен минимальный коэффициент трения между шинами и поверхностью наклонной дороги с уклоном 30° , чтобы автомобиль мог двигаться по ней вверх с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$?
- 2.3.18. * Два бруска одинаковой массы $0,2 \text{ кг}$ поставили на наклонную плоскость с углом наклона 45° . Коэффициент трения нижнего бруска о плоскость 1 , а верхнего $0,01$. Найти силу взаимодействия брусков при их совместном соскальзывании.
- 2.3.19. * На тележке, скатывающейся без трения с наклонной плоскости, установлен стержень с подвешенным на нити шариком массой 2 г . Найти силу натяжения нити, если плоскость образует с горизонтом угол 60° .
- 2.3.20. * По наклонной плоскости с углом наклона 60° соскальзывает без трения клин. На верхней горизонтальной грани клина лежит груз массой $0,4 \text{ кг}$, неподвижный относительно клина. Найти силу трения покоя, действующую на груз.



2.3.21.	*Груз поднимают с помощью ленточного транспортера, расположенного под углом α к горизонту. Коэффициент трения между грузом и лентой транспортера равен μ . Чему равно максимальное ускорение, с которым может подниматься груз?
2.3.22.	*На горизонтальной доске лежит брусок. Коэффициент трения скольжения между бруском и доской равен μ . Найти угол наклона доски к горизонтали, при котором сила трения покоя, действующая на брусок, будет максимальной?
2.4.	2.4. Центростремительное ускорение
2.4.1.	Мальчик массой 50 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м. С какой силой он давит на сиденье при прохождении положения равновесия со скоростью 6 м/с ?
2.4.2.	Автомобиль едет по выпуклому мосту, имеющему радиус кривизны 60 м. При какой наименьшей скорости автомобиль не будет оказывать давления на мост в верхней его точке ?
2.4.3.	Автомобиль массой 5 т движется с постоянной по модулю скоростью 10 м/с по выпуклому мосту радиусом 100 м. Определить силу давления автомобиля на мост.
2.4.4.	Гирька массой 0,05 кг, привязанная к нити длиной 0,26 м, описывает в горизонтальной плоскости окружность. Каким должен быть период вращения, чтобы сила натяжения нити не превышала 1,96 Н ?
2.4.5.	Гиря массой 100 г равномерно вращается на нити в вертикальной плоскости. На сколько сила натяжения нити при прохождении гири через нижнюю точку больше, чем через верхнюю ?
2.4.6.	Горизонтально расположенный диск равномерно вращается вокруг вертикальной оси с частотой $0,5 \text{ с}^{-1}$. На расстоянии 0,2 м от оси вращения на диске лежит тело. Каков должен быть коэффициент трения между телом и диском, чтобы тело не скользило во время вращения диска ?
2.4.7.	Диск вращается с частотой 70 об/мин. На каком расстоянии от оси вращения можно положить на диск небольшое тело, чтобы оно не соскользнуло ? Коэффициент трения покоя о диск $\mu = 0,44$.
2.4.8.	На горизонтальной вращающейся платформе на расстоянии 1,15 м от ее вертикальной оси вращения лежит груз. Коэффициент трения между грузом и платформой равен 0,2. При какой частоте вращения груз начнет скользить ?
2.4.9.	Определить силу, действующую на летчика, выводящего самолет из пикирования. Скорость самолета 720 км/ч, радиус 400 м, масса летчика 75 кг.
2.4.10.	Поезд движется по закруглению радиуса 765 м со скоростью 72 км/ч. Определить, на сколько внешний рельс должен быть выше внутреннего. Расстояние между рельсами 1,5 м.
2.4.11.	Трактор массой 8 т проходит по мосту со скоростью 36 км/ч. Какова сила давления трактора на середину моста, если мост выпуклый и имеет радиус кривизны 200 м ?
2.4.12.	Конькобежец движется по закруглению ледяной дорожки радиусом 2,5 м со скоростью 5 м/с. Под каким углом к горизонту он наклоняется, проходя этот поворот ?

- 2.4.13. Шоссе имеет вираж с уклоном 10° при радиусе закругления дороги в 100 м. На какую максимальную скорость рассчитан вираж ?
- 2.4.14. * Камень, подвешенный к потолку на веревке, движется в горизонтальной плоскости по окружности, отстоящей от потолка на расстояние 90 см. Найти период обращения камня.
- 2.4.15. * В желобе, наклоненном под углом 30° к горизонту и вращающемся с частотой 30 оборотов в минуту вокруг вертикальной оси, проходящей через нижний край желоба, находится шарик. На каком расстоянии от нижнего края желоба остановится шарик ?
- 2.4.16. * Гирька массой 0,1 кг, привязанная легкой нерастяжимой нитью, описывает окружность в вертикальной плоскости. Скорости гирьки в верхней и нижней частях траектории равны 4 и 6 м/с, соответственно. Определите натяжение нити в верхней точке траектории.
- 2.4.17. * Груз массой 1 кг, привязанный к нити, отклоняют на 90° от положения равновесия и отпускают. Определить натяжение нити в момент прохождения грузом положения равновесия.
- 2.4.18. Груз, подвешенный на нити длиной 5 м, равномерно движется по окружности в горизонтальной плоскости. Найти период вращения груза, если при его движении нить отклонена от вертикали на угол 60° .
- 2.4.19. * Груз, подвешенный на нити длиной 98 см, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости. Найти угловую скорость вращения груза, если при его вращении нить отклонена от вертикали на угол 60° ? ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$).
- 2.4.20. * Лыжник съезжает с вершины горы. На какой высоте от начала движения его давление на снег станет равным нулю, если траекторию на данном участке можно считать дугой окружности радиусом $R = 80 \text{ м}$. Трением пренебречь.
- 2.4.21. * Люстра массой 10 кг висит на цепи, прочность которой 196 Н. На какой максимальный угол можно отклонить люстру от положения равновесия, чтобы при последующих качаниях люстры цепь не оборвалась ? ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$).
- 2.4.22. * На легкой нерастяжимой нити подвешен тяжелый шарик. На какой угол нужно отвести нить от положения равновесия, чтобы при последующих качаниях максимальная сила натяжения нити была в 1,5 раза больше минимальной ?
- 2.4.23. * Нить может выдерживать силу натяжения 25,4 Н. На нити подвесили тело массой 2 кг. На какой максимальный угол можно отклонить тело от положения равновесия, чтобы нить не разорвалась, когда тело будет проходить положение равновесия ?
- 2.4.24. * По гладкому столу вращается груз, прикрепленный к центру вращения пружиной; частота вращения 2 об/с, пружина растянута вдвое. Определить радиус окружности, если известно, что тот же груз, подвешенный на пружине, деформирует ее на 10%.
- 2.4.25. * Поезд движется по закруглению со скоростью 50 км/ч. Шарик, подвешенный в вагоне, отклоняется на угол 5° . Определить радиус закругления.
- 2.4.26. * Подвешенный на нити шарик массой 0,3 кг совершает колебания в вертикальной плоскости. Когда шарик проходит положение равновесия, сила натяжения нити вдвое больше силы тяжести. Чему равна сила натяжения нити в момент наибольшего отклонения шарика ?

- 2.4.27. * Шарик массой 200 г на нити длиной 3 м описывает в горизонтальной плоскости окружность радиусом 1 м. Каков период его обращения ?
- 2.4.28. * Тело массой 4 кг вращают в вертикальной плоскости с помощью резинового шнура с частотой 120 об/мин. Найти удлинение и силу натяжения шнура в верхней точке траектории, если его длина в ненапряженном состоянии 30 см, а жесткость 1 кН/м.
- 2.4.29. * К потолку лифта на нити длиной 40 см прикреплен шар массой 800 г, который вращается с частотой 90 об/мин вокруг вертикальной оси. Найти угол наклона нити к вертикали, когда лифт движется вверх с ускорением $a = 3 \text{ м/с}^2$.
- 2.4.30. * Какова должна быть максимальная длина выпуклого симметричного относительно вертикали моста радиусом 100 м, чтобы автомобиль мог проходить по нему со скоростью 90 км/ч, не отрываясь от полотна дороги ?
- 2.4.31. * Маленький шарик, подвешенный на нити, движется по окружности так, что нить составляет с вертикалью постоянный угол 30° . Другой такой же шарик, подвешенный на нити такой же длины, движется так, что его нить составляет с вертикалью постоянный угол 45° . Во сколько раз кинетическая энергия второго шарика больше, чем первого ?
- 2.4.32. * Мотоциклист движется по цилиндрической стенке диаметра 12 м. При каком коэффициенте трения между стеной и колесами мотоцикла возможно движение со скоростью 54 км/ч ?
- 2.4.33. * Спортивный молот - ядро на тросике длиной L , бросают, раскрутив вокруг себя с большой скоростью. Найти максимальное расстояние, которое может пролететь молот. Натяжение тросика перед броском в N раз превышает силу тяжести молота, причем $N \gg 1$.
- 2.4.34. * Тележка, скатившаяся по наклонному желобу с высоты 10 м, описывает в вертикальной плоскости «мертвую петлю» радиусом 3,33 м. Что показывают в верхней точке петли стоящие на тележке пружинные весы, на которых подвешен груз массой 1,2 кг ?
- 2.4.35. * Чаша в форме полусферы радиусом 0,8 м вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси. Вместе с чашей вращается шарик, лежащий на ее внутренней поверхности. Расстояние от шарика до нижней точки чаши равно ее радиусу. Определить угловую скорость вращения чаши.
- 2.4.36. * Автомобиль движется по выпуклому мосту радиусом 40 м. Какое максимальное ускорение в направлении движения может развить автомобиль в высшей точке, если скорость его в этой точке 50,4 км/ч, а коэффициент трения колес автомобиля о мост 0,6 ?
- 2.4.37. * Тело массой 0,1 кг вращается в вертикальной плоскости на нити длиной 1 м. Ось вращения расположена над полом на высоте 2 м. При прохождении нижнего положения нить обрывается и тело падает на пол на расстоянии 4 м (по горизонтали) от точки обрыва. Определить силу натяжения нити в момент ее обрыва.
- 2.4.38. * На горизонтально расположенном диске, вращающемся с частотой 60 об/мин, помещают небольшой предмет. Максимальное расстояние предмета до оси вращения, при котором предмет удерживается на диске, равно 5,1 см. Чему равен коэффициент трения между предметом и диском ?

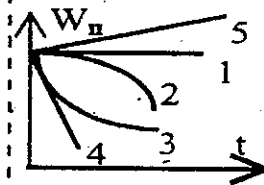
- 2.4.39. На конце стержня длиной 10 см укреплен груз массы 0,4 кг, приводимый во вращение в вертикальной плоскости с постоянной угловой скоростью 10 рад/с. Ось вращения проходит через конец стержня. Какова при таком вращении сила, действующая на стержень со стороны груза в верхней точке траектории?
- 2.4.40. * Бусинка может скользить вдоль гладкого кольца радиуса R , расположенного в вертикальной плоскости. Кольцо вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. Чему равна угловая скорость вращения кольца, при которой бусинка занимает равновесное положение на высоте h от нижней точки кольца?
- 2.4.41. * Цилиндр радиуса R , расположенный вертикально, вращается вокруг своей оси с постоянной угловой скоростью ω . На внутренней поверхности цилиндра находится небольшое тело, вращающееся вместе с цилиндром. Коэффициент трения между телом и поверхностью цилиндра равен μ . При какой минимальной угловой скорости вращения цилиндра тело еще не будет скользить вниз по поверхности цилиндра?
- 2.4.42. * Цилиндр радиуса R , расположенный вертикально, вращается вокруг своей оси с постоянной угловой скоростью ω . На внутренней поверхности цилиндра находится небольшое тело, вращающееся вместе с цилиндром. При какой минимальной величине коэффициента трения скольжения между телом и поверхностью цилиндра, тело не будет скользить вниз?
- 2.4.43. * В сельском хозяйстве применяются дисковые разбрасыватели удобрений. Какой должна быть наименьшая частота вращения диска, чтобы удобрение, поступающее на горизонтальный диск в 10 см от оси, разбрасывалось по полю? Коэффициент трения равен 0,9.
- 2.5. 2.5. Закон всемирного тяготения
- 2.5.1. Во сколько раз уменьшится сила тяготения тела к Земле при удалении его от поверхности Земли на расстояние, равное радиусу Земли?
- 2.5.2. Определить силу взаимодействия тела массой 2 кг и Земли, если тело удалено от ее поверхности на 4 земных радиуса.
- 2.5.3. Во сколько раз ускорение свободного падения около поверхности Земли больше ускорения свободного падения на высоте, равной трем радиусам Земли?
- 2.5.4. Искусственный спутник Земли движется на высоте 12800 км. Найти скорость движения спутника.
- 2.5.5. Каково ускорение свободного падения на поверхности Солнца, если радиус Солнца в 108 раз больше радиуса Земли, а плотность в 4 раза меньше плотности Земли? ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$).
- 2.5.6. На какое расстояние от поверхности Земли нужно удалить тело, чтобы сила тяготения уменьшилась в 100 раз?
- 2.5.7. Определить первую космическую скорость для планеты, масса и радиус которой в два раза больше, чем у Земли.
- 2.5.8. На некоторой планете сила тяжести, действующая на тело массой 4 кг, равна 8 Н. Найти по этим данным ускорение свободного падения на планете.

- 2.5.9. На сферической планете вес тела на полюсе в 3 раза больше веса тела на экваторе. Определите период вращения этой планеты, если ее средняя плотность 2300 кг/м^3 .
- 2.5.10. Сколько метров пройдет тело, свободно падая без начальной скорости, в течение первых трех секунд у поверхности планеты, радиус которой меньше земного на одну треть, а средняя плотность планеты на 10% меньше, чем плотность Земли?
- 2.5.11. Чему равно ускорение свободного падения на высоте, равной половине радиуса Земли? ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$).
- 2.5.12. Определить, с каким ускорением падают тела на поверхность Луны, зная, что радиус Луны в 3,8 раза меньше радиуса Земли, а ее масса в 81 раз меньше массы Земли ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$).
- 2.5.13. * Человек на Земле прыгает на высоту 1 м. На какую высоту, совершив ту же работу, он подпрыгнет на Луне? Радиус Луны составляет 0,27 радиуса Земли, а ее плотность равна 0,6 плотности Земли.
- 2.5.14. * Во сколько раз период обращения искусственного спутника, совершающего движение по круговой орбите на высоте, равной радиусу Земли, превышает период обращения спутника на околоземной орбите?
- 2.5.15. * Определить плотность шарообразной планеты, если вес тела на полюсе в 2 раза больше, чем на экваторе. Период вращения планеты вокруг своей оси 2 ч 40 мин.
- 2.5.16. * На экваторе некоторой планеты тела весят вдвое меньше, чем на полюсе. Плотность вещества планеты 3000 кг/м^3 . Определить период обращения планеты около собственной оси.
- 2.5.17. * На экваторе некоторой планеты тела весят втрое меньше, чем на полюсе. Период обращения этой планеты вокруг своей оси равен 2 ч. Определить среднюю плотность планеты.
- 2.5.18. * Тело поднялось на высоту 1600 км над поверхностью Земли. На сколько процентов уменьшилась сила тяжести, действующая на него?
- 2.5.19. * Определить минимальный период обращения спутника нейтронной звезды. Ее плотность $\rho = 10^{17} \text{ кг/м}^3$.
- 2.5.20. * Радиус Земли равен 6400 км. Какую скорость имеют точки земной поверхности на широте 60° из-за суточного вращения Земли?
- 2.5.21. * На каком расстоянии от центра Земли (в долях радиуса Земли R) ускорение свободного падения в 9 раз меньше, чем на поверхности Земли?
- 2.5.22. * Радиус Земли равен 6400 км. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения космического корабля к ней станет в 9 раз меньше, чем на поверхности Земли?
- 2.6. 2.6. Упругая сила
- 2.6.1. Для сжатия пружины на 2 см надо приложить силу 10 Н. Определить энергию упругой деформации пружины при сжатии на 4 см из недеформированного состояния.
- 2.6.2. Какую работу надо совершить, чтобы удлинить на 0,1 м резиновый шнур с коэффициентом упругости 100 Н/м?
- 2.6.3. Под действием силы 4 Н пружина удлинилась на 2 см. Чему равна при этом потенциальная энергия растянутой пружины?

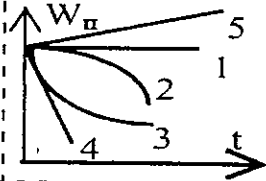
- 2.6.4. Какова начальная скорость шарика массой 1 г, которым выстрелили из пружинного пистолета? Перед выстрелом пружина пистолета была сжата на 2 см силой 20 Н.
- 2.6.5. При вращении шарика, прикрепленного к пружине длиной 20 см, с частотой вращения 10 об/с, пружина удлинилась на 2 см. При какой частоте вращения удлинение пружины будет равно 3 см?
- 2.6.6. Груз массой 1 кг, прикрепленный к пружине, равномерно тянут по горизонтальной поверхности. Пружина при этом растянута на 1 см, коэффициент трения 0,1. Определите жесткость пружины.
- 2.6.7. Каков коэффициент жесткости буксировочного троса, если при буксировке автомобиля массой 2 т трос удлинился на 0,01 м, причем автомобиль через 4 с после начала движения достиг скорости 2 м/с. Трением пренебречь. Движение считать равноускоренным.
- 2.6.8. Найти удлинение буксирного троса с жесткостью 100 кН/м при буксировке автомобиля массой 2 т с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Трением пренебречь.
- 2.6.9. Тело массой 2 кг тянут по гладкой горизонтальной поверхности с помощью пружины, которая при движении растянулась на 2 см. Жесткость пружины 200 Н/м. Определить ускорение, с которым движется тело.
- 2.6.10. Тело массой 2 кг тянут по горизонтальной поверхности с помощью пружины, которая при движении растянулась на 0,02 м. Жесткость пружины 400 Н/м. Коэффициент трения тела о плоскость 0,1. Определить ускорение, с которым движется тело.
- 2.6.11. Сила в 6 Н растягивает пружину на 2 см. Какую работу надо произвести, чтобы растянуть пружину на 6 см?
- 2.6.12. *К резинке длиной 50 см привязана гирька массой 20 г. При вращении гирьки в горизонтальной плоскости резинка удлинилась на 5 см. Определите линейную скорость гирьки, если жесткость резины 10 Н/м.
- 2.6.13. *Груз массой 4 кг подвешен на пружине жесткостью 1 кН/м. Определите дополнительную деформацию пружины, если она подвешена вместе с грузом к потолку лифта, движущегося вверх с ускорением 3 м/с^2 .
- 2.6.14. *Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы передвинуть по горизонтальной плоскости груз массой 10 кг на расстояние 1 м с помощью невесомого резинового упругого жгута с жесткостью 10 Н/м. Жгут тянут горизонтально, в начальный момент он не растянут. Коэффициент трения груза о плоскость равен 0,1.
- 2.6.15. Деревянный брусок массы 2 кг тянут равномерно по горизонтальной доске с помощью пружины с жесткостью 100 Н/м так, что упругая сила не имеет вертикальной составляющей. Коэффициент трения равен 0,3. Каково удлинение пружины?
- 2.7. 2.7. Работа, мощность, энергия
- 2.7.1. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину с жесткостью 40 кН/м на 0,5 см?
- 2.7.2. Какую работу совершает постоянная сила по перемещению на 5 м тела массой 3 кг по гладкой горизонтальной поверхности, если модуль ускорения тела равен 2 м/с^2 ?
- 2.7.3. Определить работу, необходимую для поднятия груза массой 3 кг на высоту 10 м с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$?

- 2.7.4. Автомобиль поднимается в гору со скоростью 36 км/ч. Определить силу тяги мотора, если мощность постоянна и равна 50 кВт.
- 2.7.5. Пуля массой 10 г вылетает из винтовки со скоростью 600 м/с. Определить работу, совершаемую порохowymi газами.
- 2.7.6. Автомобиль массой 1800 кг, двигаясь с ускорением 2 м/с^2 прошел 100 м пути. Определить работу, совершенную при движении автомобиля.
- 2.7.7. Найти кинетическую энергию стрелы массой 0,5 кг, пущенную вертикально вверх со скоростью 30 м/с через 2 с после начала движения.
- 2.7.8. Мальчик везет санки, прилагая к веревке силу 10 Н, которая образует угол 30° с горизонтом. Какая совершается при этом работа на пути 20 м?
- 2.7.9. При подъеме тела массой 10 кг на высоту 2 м совершена работа 230 Дж. С каким ускорением поднималось тело?
- 2.7.10. Санки тянут на пути 100 м с силой 80 Н за веревку, составляющую угол 30° с горизонтом. Какую работу совершает сила?
- 2.7.11. Во сколько раз изменится запас потенциальной энергии упруго деформированного тела при увеличении его деформации в 2 раза?
- 2.7.12. При торможении автомобиля массой 1 т скорость уменьшилась от 72 до 36 км/ч. Какую работу совершила сила трения?
- 2.7.13. Автомобиль массой 1500 кг, двигаясь равноускоренно, проходит путь 20 м за 2 с. Определить мощность мотора автомобиля.
- 2.7.14. На какой высоте над поверхностью Луны тело будет обладать такой же потенциальной энергией, как на высоте 80 м над поверхностью Земли? Ускорение силы тяжести на Луне $1,6 \text{ м/с}^2$, на Земле $9,8 \text{ м/с}^2$.
- 2.7.15. Определить работу, которую нужно произвести для того, чтобы сжать пружину на 10 см, если для сжатия ее на 1 см необходима сила 100 Н.
- 2.7.16. Определить массу тела, имеющего кинетическую энергию 16 Дж, а импульс 8 кг м/с.
- 2.7.17. Тело массой 1 кг начинает свободно падать. Определить мощность силы тяжести через 3 с после начала движения.
- 2.7.18. Автомобиль массой 1,5 т едет со стоянки с постоянным ускорением 2 м/с^2 . Коэффициент сопротивления движения автомобиля равен 0,05. Найти работу двигателя автомобиля за первые 5 с движения.
- 2.7.19. Автомобиль движется со скоростью 72 км/ч. Мощность двигателя 60 кВт, его КПД 30%. Определите расход бензина на 1 км пути.
- 2.7.20. Вертолет весит 3 т. На его подъем тратится 30% мощности мотора. Определить мощность мотора вертолета, если он может подняться на высоту 1500 м за 2 мин. Движение вертолета считать равномерным.
- 2.7.21. Двигатели электровоза при движении со скоростью 72 км/ч потребляют мощность 800 кВт. КПД силовой установки электровоза 80%. Какова сила тяги двигателей?
- 2.7.22. Какая работа совершается внешней силой при поднятии тела массой 5 кг на высоту 2 м с ускорением 5 м/с^2 ?
- 2.7.23. Какую работу должен совершить двигатель, чтобы разогнать по горизонтальной поверхности первоначально неподвижный самосвал массой 3 т до скорости 36 км/ч? Потерями на трение пренебречь.
- 2.7.24. Какую работу надо совершить, чтобы поднять груз массой 30 кг на высоту 10 м с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$?

- 2.7.25. Какую работу надо совершить, чтобы поднять груз массой 3000 кг на высоту 10 м с ускорением 5 м/с^2 ?
- 2.7.26. Какую среднюю мощность и силу тяги должен развивать электровоз, чтобы состав массой 1000 т через 2 мин после начала равноускоренного движения по горизонтальному пути приобрел скорость 72 км/ч ? Коэффициент силы сопротивления движению 0,005.
- 2.7.27. Камень брошен под углом 30° к горизонту. Кинетическая энергия камня в верхней точке траектории 45 Дж. Чему равна в этой точке потенциальная энергия камня ?
- 2.7.28. Камень массой 100 г бросили под углом 60° к горизонту со скоростью 15 м/с. Найдите потенциальную энергию камня спустя 1 с после начала движения.
- 2.7.29. На тело массой 10 кг действует постоянная сила 5 Н. Определить кинетическую энергию тела через 2 с после начала движения.
- 2.7.30. Подъемный кран поднимает груз массой 5 т на высоту 15 м. За какое время поднимется груз, если мощность двигателя крана 10 кВт и КПД равен 80%.
- 2.7.31. Поезд массой 1000 т начинает двигаться с места равноускоренно и достигает скорости 36 км/ч за время 10 с. Коэффициент сопротивления движению 0,01. Определить среднюю мощность тепловоза.
- 2.7.32. Резец токарного станка мощностью 3 кВт снимает в минуту стружку длиной 500 мм. Какова сила резания резца ?
- 2.7.33. Самолет для взлета должен иметь скорость 25 м/с. Длина пробега перед взлетом 100 м. Масса самолета 1000 кг, коэффициент сопротивления равен 0,02. Какова мощность моторов в момент взлета, если движение равноускоренное ?
- 2.7.34. Тело массой 1 кг, брошенное с вышки в горизонтальном направлении со скоростью 20 м/с, через 3 с упало на землю. Какой кинетической энергией обладало тело в момент удара о землю ?
- 2.7.35. Тепловоз за 5 мин набирает скорость 72 км/ч. Определить среднюю мощность, развиваемую тепловозом за это время, если масса тепловоза 600 тонн, а коэффициент трения 0,005.
- 2.7.36. Укажите график зависимости потенциальной энергии свободно падающего тела от времени.

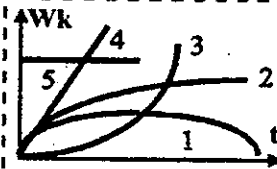


- 2.7.37. Уравнение движения материальной точки имеет вид: $x = t^2 - 2 \cdot t^3$ (м). Определите кинетическую энергию точки через 2 с, если ее масса 0,01 кг.
- 2.7.38. * Футбольный мяч весом 8 Н летит со скоростью 15 м/с. Вратарь ловит мяч и за 0,1 с останавливает его. Какую мощность развивает вратарь, беря мяч ?
- 2.7.39. * Пуля летит со скоростью V_0 . Она пробивает доску толщиной 3,6 см и продолжает полет со скоростью $0,8 \cdot V_0$. Какой максимальной толщины доску оно может пробить, если сила сопротивления доски постоянна ?

- 2.7.40. * Максимальная высота подъема тела массой 2 кг, брошенного с поверхности Земли с начальной скоростью 10 м/с, составляет 3 м. Определить кинетическую энергию тела в момент достижения максимальной высоты.
- 2.7.41. * На рисунке приведена зависимость потенциальной энергии от времени движения. Для какого из движений сила имеет минимальное значение?
- 
- 2.7.42. * Начальная скорость пули 600 м/с, ее масса 10 г. Под каким углом к горизонту она вылетела из дула ружья, если ее кинетическая энергия в высшей точке траектории равна 450 Дж?
- 2.7.43. * Самолет массой 2 т летит со скоростью 50 м/с. На высоте 420 м он переходит на снижение (при выключенном двигателе) и совершает посадку, имея скорость 30 м/с. Определить работу силы сопротивления воздуха во время планирующего полета.
- 2.7.44. * Тело массой 3 кг падает вертикально вниз с начальной скоростью 2 м/с. Найти работу сил сопротивления, совершенную в течение 10 с, если известно, что в конце этого промежутка времени тело имело скорость 50 м/с.
- 2.7.45. * Трактор имеет тяговую мощность на крюке, равную 72 кВт. С какой скоростью может тянуть этот трактор прицеп массой 5 т на подъем с углом наклона $11,5^\circ$ при коэффициенте трения 0,4?
- 2.7.46. * Трактор массой 10 т и мощностью 150 кВт поднимается в гору со скоростью 5 м/с. Найти угол наклона горы к горизонту.
- 2.7.47. * Ядро массой 8 кг, выпущенное метателем под углом 45° к горизонту с высоты 1,5 м, улетело по горизонтали на расстояние 18,5 м. Определить работу, совершенную при толкании ядра.
- 2.7.48. * Допустим, что сила, которая заставляет баржу двигаться по каналу, прямо пропорциональна скорости. Чтобы баржа двигалась со скоростью 2 км/ч, необходима мощность 4 кВт. Какая требуется мощность, чтобы баржа двигалась со скоростью 6 км/ч?
- 2.7.49. * Конькобежец движется по горизонтальному пути равномерно, а затем с разгона проезжает до остановки путь 60 м в течение 25 с. Масса конькобежца 50 кг. Определить мощность, затрачиваемую конькобежцем при равномерном движении.
- 2.7.50. * Для растяжения недеформированной пружины на 1 см требуется сила, равная 30 Н. Какую работу надо совершить для сжатия этой же пружины на 20 см?
- 2.7.51. * Шайба массы 0,1 кг, пущенная по льду с начальной скоростью 0,5 м/с, остановилась через 5 с. Чему равна средняя мощность силы трения за время движения шайбы?
- 2.7.52. * На тело массы 5 кг действует постоянная сила 10 Н. Чему будет равна кинетическая энергия тела через 2 с после начала движения?
- 2.7.53. * Какой кинетической энергией обладает свободно падающее тело массы 0,1 кг по истечении 5 с после начала падения?
- 2.7.54. * Чему равна кинетическая энергия тела массы 0,2 кг, брошенного вертикально вверх со скоростью 30 м/с через 2 с после броска?

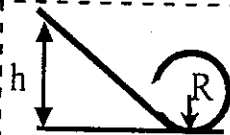
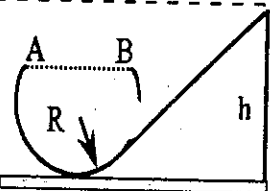
2.7.55.	Камень брошен под углом 60° к горизонту. Как соотносятся между собой начальная кинетическая энергия T_1 камня с его кинетической энергией T_2 в верхней точке траектории?
2.7.56.	*Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с . Если принять потенциальную энергию тела в точке бросания равной нулю, то на какой высоте кинетическая энергия тела будет равна половине его потенциальной энергии?
2.7.57.	*Шарик, подвешенный на нити, качается в вертикальной плоскости так, что его ускорения в крайнем и нижнем положениях равны по модулю друг другу, а сила натяжения нити в нижнем положении равна T . Угол отклонения нити в крайнем положении равен α . Чему равна масса шарика?
2.8.	2.8. Законы сохранения энергии и импульса
2.8.1.	Камень массой 1 кг бросили вертикально вверх с начальной скоростью 2 м/с . Определить полную энергию камня в верхней точке подъема.
2.8.2.	Найти скорость винтовки при отдаче, если ее масса в 500 раз больше массы пули, которая вылетает со скоростью 900 м/с .
2.8.3.	Снаряд массой 20 кг , летевший горизонтально, попадает в платформу с песком массой 10 т и застревает в песке. С какой скоростью летел снаряд, если платформа начала двигаться со скоростью 1 м/с ?
2.8.4.	Тело находится на краю горизонтальной плоскости. Затем этот край плоскости поднимается на высоту $2,5 \text{ см}$. Определить скорость тела в момент, когда оно достигнет другого края плоскости. Трением пренебречь.
2.8.5.	Какую скорость приобретает ракета массой 2 кг , если продукты горения массой 400 г вылетают из нее со скоростью 800 м/с ?
2.8.6.	Тело массой 2 кг падает с высоты 10 м и углубляется в песок на глубину $0,5 \text{ м}$. Определить среднюю силу сопротивления песка.
2.8.7.	Брусok массой 1 кг первоначально покоился на вершине наклонной плоскости высотой 1 м , а потом заскользил вниз. Его скорость у основания достигла 100 см/с . Определить работу силы трения.
2.8.8.	Велосипедист движется со скоростью 8 м/с . Определить расстояние, пройденное велосипедистом при торможении, если коэффициент трения колес $0,05$.
2.8.9.	Мальчик, стреляя из рогатки, натянул резиновый шнур так, что шнур растянулся на 10 см . С какой скоростью полетел камень массой 20 г , если жесткость шнура 1 кН/м ?
2.8.10.	Винтовка массой $2,8 \text{ кг}$ подвешена горизонтально на двух параллельных нитях. На какую высоту от первоначального положения откатнется винтовка при выстреле, если пуля массой 10 г вылетела из нее со скоростью 648 км/ч ?
2.8.11.	Во сколько раз изменится потенциальная энергия пружины при увеличении ее абсолютного удлинения в 3 раза?
2.8.12.	Два шарика движутся навстречу друг другу со скоростями 1 и $0,5 \text{ м/с}$. После удара шарики движутся в противоположные стороны со скоростями $0,5$ и $1,5 \text{ м/с}$. Найти массу второго шарика, если масса первого равна 1 кг .

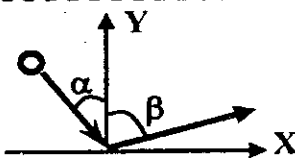
- 2.8.13. Камень массой 2 кг брошен вертикально вверх, его начальная кинетическая энергия 400 Дж. На какой высоте скорость камня будет равна 10 м/с ?
- 2.8.14. Маленький шарик массой m , закрепленный на нерастяжимой нити в поле силы тяжести, вращается в вертикальной плоскости. В верхней точке траектории натяжение нити равно нулю. Каково натяжение нити в нижней точке траектории ?
- 2.8.15. Мальчик раскачивается на качелях. При максимальном отклонении от положения равновесия его центр масс поднимается на 80 см. Какова максимальная скорость движения мальчика ?
- 2.8.16. Оконная штора массой 1 кг и длиной 2 м накручивается на валик, расположенный на вершине окна. Какая при этом совершается работа ? Трением пренебречь.
- 2.8.17. Под каким углом к горизонту нужно бросить камень, чтобы в верхней точке траектории кинетическая энергия камня была в три раза больше его потенциальной энергии ?
- 2.8.18. При выстреле из орудия снаряд получил начальную скорость 300 м/с и летит вертикально вверх. На какой высоте над местом выстрела его кинетическая энергия будет равна потенциальной ? Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 2.8.19. Телеграфный столб длиной 7 м и массой 140 кг при установке перемещается из горизонтального положения в вертикальное. Какая при этом совершается работа ?
- 2.8.20. Укажите график зависимости кинетической энергии свободно падающего тела от времени.



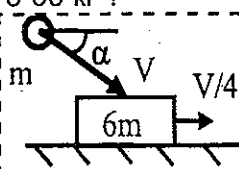
- 2.8.21. Чему равна работа по подъему лежащей цепи массой 50 кг и длиной 2 м, если верхний конец цепи поднимается на высоту 5 м ?
- 2.8.22. Подъемный кран поднимает груз массой 8 т на высоту 15 м. Определить время подъема груза, если мощность двигателя крана 10 кВт, коэффициент полезного действия крана 80%.
- 2.8.23. * Мяч бросили под углом к горизонту со скоростью 20 м/с. Найти скорость мяча на высоте - 10 м. Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 2.8.24. * Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы лежащий на столе груз массой 1 кг поднять на высоту 1 м при помощи привязанного к нему невесомого резинового жгута ? В начальном состоянии жгут не растянут, его жесткость 10 Н/м.
- 2.8.25. * На тело массой 1 кг, брошенное с поверхности Земли вертикально вверх с начальной скоростью 11 м/с, действует постоянная сила сопротивления, равная по модулю 1 Н. Определить по модулю работу силы тяжести за время подъема тела до максимальной высоты.
- 2.8.26. * Пуля, летящая горизонтально со скоростью 510 м/с, попадает в ящик, лежащий на горизонтальной поверхности, и, пробив ящик, вылетает в том же направлении со скоростью 10 м/с. Какое расстояние пройдет ящик ? Коэффициент трения между ящиком и поверхностью равен 0,1, масса ящика 10 кг, масса пули 10 г.

- 2.8.27. * Для откачки воды из шахты глубиной 20 м поставлен насос с двигателем мощностью 4,5 кВт. Сколько кубометров воды можно поднять из шахты за 7 ч работы насоса, если КПД двигателя 80% ?
- 2.8.28. * Какую работу надо совершить, чтобы поставить однородный куб массой 10 кг с ребром 0,2 м с грани на ребро ?
- 2.8.29. * Камень бросили под углом 60° к горизонту со скоростью 15 м/с. Найдите кинетическую энергию камня спустя 1 с после начала движения. Масса камня 0,1 кг.
- 2.8.30. * На нити длиной 1 м подвешено тело массой 1 кг. На какой максимальный угол можно его отклонить, чтобы при движении нить не оборвалась ? Нить может выдержать нагрузку, превосходящую вес тела в 2 раза.
- 2.8.31. * Пуля, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, попадает в ящик, лежащий на горизонтальной поверхности, и, пробив ящик, вылетает в том же направлении со скоростью 20 м/с. Какое расстояние пройдет ящик? Коэффициент трения между ящиком и поверхностью равен 0,2, масса ящика 5 кг, масса пули 10 г.
- 2.8.32. * С какой начальной скоростью V_0 нужно бросить вниз мяч с высоты h , чтобы он подпрыгнул на высоту $2h$? Трением о воздух и другими потерями механической энергии пренебречь.
- 2.8.33. * Шарик массой m , подвешенный на нити, отклонен от положения равновесия на угол 90° и отпущен. Какова должна быть прочность нити, чтобы шарик при движении не оборвал ее ?
- 2.8.34. * Шарик подбросили вверх, сообщив ему кинетическую энергию 20 Дж. Через некоторое время он вернулся в точку бросания, имея кинетическую энергию 10 Дж. Определите, во сколько раз сила тяжести шарика больше средней силы сопротивления воздуха.
- 2.8.35. * Мяч падает с высоты 7,5 м на гладкий пол. Какую скорость нужно сообщить мячу, чтобы после двух ударов о пол он поднялся до первоначальной высоты, если при каждом ударе мяч теряет 40% энергии ?
- 2.8.36. * Тело, брошенное с вышки высотой 10 м, упало на землю со скоростью 15 м/с, направленной под прямым углом к начальной скорости. Определить время падения.
- 2.8.37. * Мяч скатился с горы высотой 20 м и после короткого горизонтального участка упал в вертикальную шахту диаметром 2 м и глубиной 10 м. Сколько ударов о стенки шахты произойдет при движении мяча до дна, если удар абсолютно упругий и движение происходило в одной плоскости ?
- 2.8.38. * Пуля массой 9 г, летевшая вертикально вверх со скоростью 200 м/с, пробила лежавшую на двух столах (как на опорах) доску массой 0,27 кг. При этом доска подпрыгнула на высоту 0,2 м над уровнем столов. Какое количество теплоты выделилось при прохождении пули через доску ?
- 2.8.39. * Горизонтально летящая пуля массой 10 г насквозь пробивает первоначально покоившийся шар массой 50 г и вылетает со скоростью, вдвое меньшей первоначальной. Какая доля кинетической энергии пули превратилась во внутреннюю энергию ?

- 2.8.40. * На вершине шара радиусом 30 см лежит небольшая шайба. После легкого толчка шайба начинает соскальзывать. После спуска на какую высоту от вершины шара шайба оторвется от шара? Трением пренебречь.
- 2.8.41. * Определите время подъема камня массой 1 кг, брошенного под углом к горизонту, если начальный импульс камня, равный $10 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$, больше импульса в верхней точке траектории в два раза.
- 2.8.42. * Пуля массой 10 г подлетает к доске массой 1 кг со скоростью 600 м/с и, пробив ее в центре, вылетает со скоростью 400 м/с. Какая доля потерянной кинетической энергии пули пошла на кинетическую энергию доски?
- 2.8.43. * Тело скользит вниз по наклонной плоскости, плавно переходящей в вертикальную круговую петлю радиусом 40 см. Какова должна быть минимальная высота плоскости, чтобы тело не оторвалось в верхней точке петли, если потери на трение составляют 20% от разности потенциальных энергий на вершине плоскости и в верхней части петли?
- 2.8.44. * В школьном опыте с "мертвой петлей" шарик массой 0,1 кг отпущен с высоты $h = 3\cdot R$. С какой силой шарик давит на опору в верхней точке петли?
- 
- 2.8.45. * Вертикальный невесомый стержень длиной 6 м подвешен одним концом к оси вращения. На другом конце и посередине стержня закреплены две равные точечные массы. Какую минимальную скорость нужно сообщить нижнему концу стержня, чтобы он отклонился в горизонтальное положение?
- 2.8.46. * Колодец, имеющий глубину 5 м, площадь дна $0,5 \text{ м}^2$, наполовину заполнен водой. Насос выкачивает воду и подает ее на поверхность земли через цилиндрическую трубу радиусом 1,25 см. Какую работу совершит насос, если он выкачает всю воду из колодца за 5 мин?
- 2.8.47. * Небольшое тело скользит с вершины полусферы вниз. На какой высоте h от вершины полусферы тело оторвется от поверхности сферы радиусом R ? Трением пренебречь.
- 2.8.48. * Небольшое тело соскальзывает вниз по наклонному скату, переходящему в мертвую петлю радиусом 0,4 м. На какой высоте тело отрывается от петли, если начальная его высота 1 м?
- 2.8.49. * Небольшое тело соскальзывает по наклонной плоскости, переходящей в мертвую петлю, в которой вырезана дуга, симметричная относительно вертикального диаметра. Радиус петли $R = 1 \text{ м}$, хорда $AB = R\sqrt{3}$. Определить высоту, с которой должно спускаться тело, чтобы из точки А оно попало в точку В, двигаясь по воздуху. Трением и сопротивлением воздуха пренебречь.
- 
- 2.8.50. * Плавательный бассейн площадью 100 м^2 заполнен водой до глубины 2 м. Требуется перекачать эту воду на высоту 3 м (считая от поверхности воды в бассейне). Определить работу, которую нужно совершить при этом.

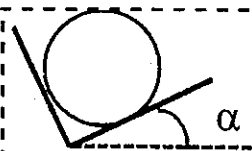
2.8.51.	* Подвешенному на нити длиной 1 м шарикку сообщили начальную скорость такую, что когда нить отклонилась на угол 60° от вертикали, ускорение шарика оказалось направленным горизонтально. Найдите начальную скорость.	
2.8.52.	* При ударе шарика об идеально гладкую горизонтальную плоскость теряется третья часть его кинетической энергии. Зная, что угол падения $\alpha = 45^\circ$, найти угол отражения β .	
2.8.53.	* Шарик на нити отклонили от вертикали на 60° и отпустили без начальной скорости. В момент, когда шарик достиг вертикального положения, он ударился о вертикальную стенку и потерял половину своей энергии. На какой угол он отклонится после удара?	
2.9.	2.9. Абсолютно упругий удар	
2.9.1.	* Тело массой 1 кг упруго ударяется о покоящееся тело массой 3 кг и летит обратно. Найти долю потерянной при этом первым телом кинетической энергии.	
2.9.2.	* Шарик массой 100 г упал с высоты 2,5 м на горизонтальную плиту, масса которой много больше массы шарика и отскочил от нее вверх. Считая удар упругим, определить импульс, полученный плитой.	
2.9.3.	* Во сколько раз уменьшится энергия нейтрона n^1 при столкновении с ядром углерода C, если рассеяние произошло на угол 90° ? Отношение их масс $m_C/m_n = 12$.	
2.9.4.	* Гранату бросают от поверхности земли под углом 30° к горизонту с начальной скоростью 10 м/с. В верхней точке траектории граната разрывается на два одинаковых осколка, скорости которых сразу после взрыва направлены горизонтально. На каком расстоянии друг от друга упадут осколки, если кинетическая энергия, сообщенная им при взрыве, 18 Дж, а масса гранаты 1 кг?	
2.9.5.	* Два упругих стальных шара массами $m_1 = 0,2$ кг и $m_2 = 0,1$ кг подвешены рядом так, что их центры находятся на одном уровне. Первый шар отклоняют на высоту 18 см и затем отпускают. На какую высоту поднимется второй шар после упругого удара?	
2.9.6.	* Шарик подлетает к неподвижной вертикальной стенке сверху со скоростью 10 м/с под углом $\alpha = 45^\circ$ к стенке. Найти тангенс угла, под которым шарик отскочит от стенки (угол также отсчитывается от стенки). Длительность упругого удара 50 мс.	
2.9.7.	* На горизонтальной поверхности в 3 м от вертикальной стенки находится шар массой M. Другой шар массой m скользит по направлению от стенки к шару M. После абсолютно упругого удара шар m достигает стенки и, упруго отразившись от нее, догоняет шар M. Определить, на каком расстоянии от стенки произошло второе соударение, если $M/m = 5$.	
2.10.	2.10. Абсолютно неупругий удар	
2.10.1.	По абсолютно гладкой поверхности движется со скоростью 6 м/с ящик с песком массой 9 кг. В песок попадает гиря массой 1 кг, отпущенная без начальной скорости с десятиметровой высоты. Определить скорость ящика после попадания в него гири.	

- 2.10.2. Тележка массой 100 кг движется со скоростью 2 м/с. Когда она проезжает мимо рабочего, тот аккуратно кладет на нее ящик массой 5 кг. Определить выделившуюся при этом теплоту.
- 2.10.3. Найти количество теплоты, выделившееся при лобовом абсолютно неупругом ударе двух свинцовых шаров массой 1 кг каждый, скользящих без вращения по абсолютно гладкой поверхности. До удара шары двигались по одной прямой в одном направлении. Скорость первого шара равна 10 см/с, скорость второго – 20 см/с.
- 2.10.4. Охотник стреляет из ружья. Определить силу отдачи, если масса дроби 35 г, начальная скорость дроби 320 м/с, а выстрел длится 0,05 с.
- 2.10.5. Шары массами 1 и 2 кг движутся навстречу друг другу со скоростями 1 и 2 м/с, соответственно. Какое количество тепла выделится после абсолютно неупругого удара ?
- 2.10.6. Два шара массами 0,3 и 0,2 кг движутся навстречу друг другу. Скорость первого шара 5 м/с, второго – 2,5 м/с. Сколько энергии превратилась в тепло после абсолютно неупругого удара шаров ?
- 2.10.7. Охотник стреляет с легкой надувной лодки, находящейся в покое. Какую скорость приобретает лодка в момент выстрела, если масса охотника с лодкой 70 кг, масса дроби 35 г, начальная скорость дроби 320 м/с ? Ствол ружья во время выстрела направлен под углом 60° к горизонту. Сопротивлением воды пренебречь.
- 2.10.8. * Груз массой 0,5 кг падает с некоторой высоты на плиту массой 1 кг, укрепленную на пружине с коэффициентом жесткости 10^3 Н/м. Определите величину наибольшего сжатия пружины, если в момент неупругого удара груз обладал скоростью 5 м/с. Время удара ничтожно мало.
- 2.10.9. * Масса пушки 800 кг. Пушка выстреливает ядро массой 10 кг с начальной скоростью 200 м/с относительно земли под углом 60° к горизонту. Найти скорость отката пушки.
- 2.10.10. * На вагонетку массой 800 кг, катящуюся по горизонтальным рельсам со скоростью 0,2 м/с, насыпали сверху 200 кг щебня. На сколько изменится скорость вагонетки ?
- 2.10.11. * На тележку с песком массой 49 кг, движущуюся по прямой со скоростью 1 м/с, падает с высоты 5 м кирпич массой 1 кг. Кирпич остается на тележке. Определить количество выделившейся теплоты.
- 2.10.12. * Пушка, стоящая на горизонтальной поверхности, стреляет под углом 30° к горизонту. Масса снаряда 20 кг, его начальная скорость 200 м/с. На какое расстояние откатится пушка при выстреле, если ее масса 500 кг, а коэффициент сопротивления движению 0,8.
- 2.10.13. * Свинцовый шар массой 500 г, движущийся со скоростью 10 м/с, соударяется с неподвижным шаром из воска массой 200 г, после чего оба шара движутся вместе. Найти кинетическую энергию шаров после соударения.
- 2.10.14. * Стоящий на льду человек массой 60 кг ловит мяч массой 0,5 кг, который летит горизонтально со скоростью 20 м/с. На какое расстояние откатился человек с мячом, если коэффициент трения равен 0,05 ?
- 2.10.15. * Тележка движется по горизонтальной поверхности со скоростью 0,5 м/с. Ее догоняет вторая, движущаяся со скоростью 1,5 м/с. После удара обе тележки движутся в том же направлении с одинаковой скоростью 1 м/с. Найти отношение массы второй тележки к массе первой.

- 2.10.16. * Конькобежец, стоя на льду, бросил вперед гирию массой 5 кг и вследствие отдачи покатился назад со скоростью 1 м/с. Масса конькобежца 60 кг. Определить работу, совершенную конькобежцем при бросании гири.
- 2.10.17. * Два мальчика играют в мяч, стоя на льду на расстоянии 10 м друг от друга. Один из них бросает горизонтально мяч массой 1 кг, второй ловит его через 0,5 с. Определить расстояние, на которое откатится мальчик массой 40 кг, бросивший мяч, если коэффициент трения подошвы о лед равен 0,01.
- 2.10.18. * Вагон массой 50 т движется со скоростью 12 км/ч и встречает стоящую на пути платформу массой 30 т. Найти расстояние, пройденное вагоном и платформой после сцепления, если сила сопротивления составляет 5 % от веса.
- 2.10.19. * Конькобежец, стоя на льду, бросает горизонтально с высоты 1,5 м груз массой 10 кг. Груз падает на расстоянии 2,2 м от точки бросания. Какова начальная скорость конькобежца, если масса его 60 кг ?
- 2.10.20. * Кусок пластилина массой $m = 32$ г попадает в брусок массой $6 \cdot m$, двигавшийся по гладкой горизонтальной поверхности стола, и прилипает к нему. Перед ударом скорость пластилина равна $V = 7$ м/с и направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, а скорость бруска равна $V/4$. Определить скорость бруска с пластилином после удара.
- 
- 2.10.21. * На горизонтальном столе лежит деревянный брусок массой 5 кг. В брусок попадает пуля массой 9 г, после чего он проходит по столу расстояние 25 см и останавливается. Коэффициент трения 0,25. Найти скорость пули.
- 2.10.22. * По горизонтальной поверхности стола скользит брусок массой m и сталкивается неупруго с неподвижным бруском массой $2 \cdot m$, имея перед ударом скорость 2 м/с. Какое расстояние пройдут слипшиеся бруски до остановки, если коэффициент трения $1/18$?
- 2.10.23. * Пуля массой 10 г застревает в первоначально покоящемся бруске, масса которого 0,1 кг. Какая доля механической энергии потеряна при ударе ?
- 2.10.24. * Мальчик, стоя на Земле, бросает камень горизонтально со скоростью 5 м/с. Какую скорость он может сообщить камню, совершая при броске ту же работу, стоя на гладком льду ? Масса мальчика 49 кг, камня – 1 кг.
- 2.10.25. * В покоящийся шар массой 1 кг, подвешенный на стержне, попадает пуля массой 0,01 кг, летящая под углом 45° к стержню, и застревает в нем. После удара пуля с шаром откачнулись на высоту 0,02 м. Найти скорость пули.
- 2.10.26. * Найти количество теплоты, выделившейся при абсолютно неупругом ударе свинцового шара массой 1 кг об очень тяжелую стенку, движущуюся со скоростью 5 см/с. Шар до удара двигался не вращаясь перпендикулярно к стене, навстречу ей со скоростью 10 см/с.
- 2.10.27. * Два груза массами 0,04 и 0,01 кг соединены невесомой нитью, переброшенной через неподвижный блок, и расположены на высоте 0,5 м над поверхностью стола. В начальный момент грузы покоятся, затем их отпускают. Какое количество теплоты выделится при абсолютно неупругом ударе первого груза о стол ?

- 2.10.28. * В шар массой 1,5 кг, подвешенный на нерастяжимой нити длиной 55 см, попадает и застревает в нем пуля, массой 10 г. Пуля летит наклонно сверху вниз под углом 30° к горизонту. Скорость пули $V = 400$ м/с. На какой угол φ откачнется шар с пулей ?
- 2.10.29. * Какая доля кинетической энергии перейдет в теплоту при неупругом столкновении двух одинаковых тел, движущихся до удара с равными по модулю скоростями под прямым углом друг к другу ?
- 2.10.30. * Тележка стоит на гладких рельсах. Человек переходит с одного ее конца на другой. На какое расстояние переместится при этом тележка ? Масса человека 60 кг, тележки – 120 кг, ее длина 3 м.
- 2.10.31. * Человек массой 80 кг захотел спуститься по веревочной лестнице из свободно висящего на высоте 15 м аэростата массой 400 кг. Какой минимальной длины лестницу надо привязать к аэростату, чтобы последняя ступенька коснулась земли, когда на нее встанет человек ?
- 2.10.32. * Два шарика массами 2 и 3 г движутся в горизонтальной плоскости со скоростями 6 и 4 м/с, соответственно. Направления движения шариков составляют угол 90° . Шарик неупруго соударяются. Какое количество теплоты при этом выделяется ?
- 2.10.33. * Космический корабль на скорости 10 км/с попадает в неподвижное облако микрометеоритов с плотностью вещества 20 мг/м³. На сколько должна возрасти сила тяги двигателя, чтобы скорость корабля не изменилась, если его лобовое поперечное сечение 50 м². Удар микрометеоритов об обшивку корабля считать неупругим.
- 2.10.34. * На горизонтальной плоскости сделан выстрел из винтовки, ствол которой направлен под углом 30° к плоскости. Пуля массой 10 г попала в вагончик массой 2 кг, шедший со скоростью 1 м/с навстречу пуле. Определите скорость вагончика после удара пули, если известно, что в момент удара расстояние между вагончиком и винтовкой 100 м и что конец ствола и вагончик находятся на одном уровне.
- 2.10.35. * С незакрепленной горки (клина) массой 1 кг соскальзывает тело массой 500 г. Угол наклона горки меняется и у основания равен нулю. Высота горки 0,5 м. Определить скорость тела после соскальзывания. Трением пренебречь.
- 2.10.36. * Снаряд, выпущенный из пушки под углом 45° к горизонту, разрывается в верхней точке траектории на два осколка равной массы. Первый осколок через 20 с падает прямо под точкой разрыва. На каком расстоянии от первого осколка упадет второй осколок, если разрыв произошел на высоте 2 км ?
- 2.10.37. * Человек, сидящий в лодке, бросает камень под углом 60° к горизонту. Масса камня 1 кг, масса человека с лодкой 150 кг, начальная скорость камня 10 м/с. Найти расстояние между точкой падения камня и лодкой в момент, когда камень коснулся воды. Трением лодки о воду пренебречь.
3. 3. СТАТИКА
- 3.1. 3.1. Равновесие тел
- 3.1.1. 3.1.1. Человек стоит на полу. Масса его 60 кг. Площадь подошв 400 см². Какое давление оказывает человек на пол ?

- 3.1.2. На тело действуют силы 4 и 5 Н, направленные под углом 90° друг к другу. Определить равнодействующую этих сил.
- 3.1.3. На аэростат в горизонтальном направлении действует ветер с силой 3000 Н. Натяжение троса 5000 Н. Определить натяжение троса в безветренную погоду.
- 3.1.4. Какую силу необходимо приложить, чтобы приподнять за один конец бревно массой 20 кг?
- 3.1.5. Шар массой 6 кг висит на веревке, прикрепленной к гладкой стене. С какой силой шар давит на стенку, если веревка проходит через центр шара, а $\alpha = 30^\circ$?
- 3.1.6. На обод колеса вагона действует тормозящая сила 500 Н. Определить момент этой силы, если радиус колеса 45 см.
- 3.1.7. Два одинаковых шарика, масса и радиусы которых равны соответственно 100 г и 3 см, подвешены на невесомых нитях длиной 4 см к одной и той же точке. Чему равна сила давления одного шарика на другой в состоянии покоя?
- 3.1.8. К тросу длиной 3 м, концы которого закреплены на одной высоте, на расстоянии 1 м от точек закрепления подвешены два груза массой 1 кг каждый. Провисание средней горизонтальной части троса составило 10 см. Найти силы натяжения троса на каждом из трех участков?
- 3.1.9. Шар массой 5 кг опирается на две гладкие плоскости, образующие угол, причем левая образует с горизонтом угол 30° , а правая – 60° . Определить силу, с которой шар давит на левую плоскость.
- 3.1.10. В ящике находится шар массой 3 кг. Ящик наклоняют так, что его дно составляет с горизонтом угол 30° . Определить модуль силы давления шара на дно ящика.
- 3.1.11. На двух взаимно перпендикулярных наклонных плоскостях, из которых одна наклонена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, лежит однородный шар массой 10 кг. Найти силу давления шара на каждую плоскость. Трением пренебречь.
- 3.1.12. При подвеске контактного провода троллейбусной сети провес опорного троса не должен превышать 0,50 м. Определить силу натяжения троса, если его длина 30 м, а вес контактного провода, присоединенного посередине троса, 230 Н.
- 3.1.13. Два шара алюминиевый и цинковый одинакового объема и радиуса 10 см скреплены в точке касания. На каком расстоянии от центра цинкового шара находится центр тяжести.
- 3.1.14. Три однородных шара массой 1, 2 и 2 кг укреплены на легком стержне. Центр 2-го шара находится на расстоянии 50 см, центр 3-го – на расстоянии 150 см от центра 1-го шара. На каком расстоянии от центра 1-го шара находится центр тяжести всей системы?
- 3.1.15. На одном из концов однородного стержня прикреплен груз массой 3 кг. Если стержень на расстоянии $1/5$ его длины от груза подпереть, то он окажется в равновесии. Чему равна масса стержня?
- 3.1.16. Однородная доска массой 10 кг подперта на расстоянии 0,25 ее длины от конца. Какую силу, перпендикулярную доске, надо приложить к ее короткому концу, чтобы удержать доску в равновесии?



3.1.17. Рабочий удерживает за один конец доску массой 50 кг. С горизонтальной поверхностью доска образует угол 30° . С какой силой удерживает рабочий доску, если эта сила направлена перпендикулярно доске?

3.1.18. Два человека несут груз на невесомом стержне длиной 3 м. Нагрузка (усилие) одного человека в два раза больше, чем другого. На каком расстоянии от него укреплен груз?

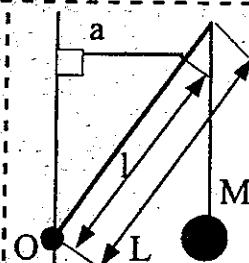
3.1.19. На тело массой 2 кг, покоящееся на гладкой наклонной плоскости с углом при основании 30° , действует прижимающая сила 10 Н, направленная горизонтально. Определить модуль силы нормальной реакции опоры.

3.1.20. *Каков должен быть коэффициент трения, чтобы заколоченный в бревно клин не выскакивал из него? Угол при вершине клина 30° . Массой клина пренебречь.

3.1.21. *К стене приставлена лестница массой 60 кг. Центр тяжести лестницы находится на расстоянии $1/3$ длины от ее верхнего конца. Какую горизонтальную силу нужно приложить к середине лестницы, чтобы ее верхний конец не оказывал давления на стенку? Угол между лестницей и стеной равен 45° .

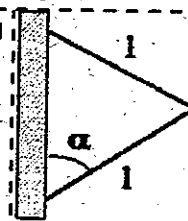
3.1.22. Лестница массой 15 кг и длиной 3 м стоит, упираясь верхним концом в гладкую стену, а нижним – в пол под углом 60° к горизонту. На лестнице на расстоянии 1 м от ее верхнего конца стоит человек массой 60 кг. Под каким углом к горизонту направлена сила, с которой пол действует на нижний конец лестницы?

3.1.23. *Подъемное устройство состоит из однородного стержня длиной $L = 2,5$ м и массой $m = 5$ кг. Нижним концом O стержень шарнирно соединен со стеной, образуя с ней постоянный угол благодаря горизонтальному тросу, соединенному со стержнем на расстоянии $l = 2$ м от шарнира. Длина троса $a = 1$ м. Груз массой $M = 50$ кг подвешен в верхней точке стержня. Найдите натяжение троса.

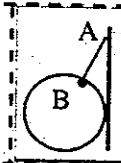


3.1.24. *Лестница составляет с землей угол 70° и опирается о вертикальную гладкую стену. Найдите силу реакции, которая действует на лестницу со стороны земли, если человек массой 70 кг поднялся по лестнице на две трети ее длины. Массой лестницы пренебречь.

3.1.25. *Стержень длиной l и массой m одним концом упирается в вертикальную стенку, а другой его конец удерживается нитью, длина которой равна длине стержня. При каком угле α стержень будет находиться в равновесии, если коэффициент трения между стержнем и стеной равен 0,3?



3.1.26. К вертикальной гладкой стене подвешен на тросе АВ однородный шар массы M . Трос составляет со стеной угол α . Чему равна сила давления шара на стену?



3.1.27. К вертикальной гладкой стене подвешен на тросе АВ однородный шар массы M . Определите натяжение троса, если он составляет со стеной угол α .

- 3.1.28. * Расстояние между двумя опорами 8 м. На эти опоры положили горизонтальную балку массы 100 кг и длины 10 м так, чтобы 2 м балки выступали за левую опору. Чему равна сила давления балки на правую опору?
- 3.1.29. * Однородная балка длины 2 м и массы 1000 кг удерживается в горизонтальном положении с помощью двух опор А (0,9 м от левого конца) и В (1,4 м от левого конца). На правый конец балки действует вертикально вверх сила 1 кН. Чему равна сила реакции в опоре В?
- 3.1.30. * Расстояние между двумя опорами 8 м. На эти опоры положили горизонтальную балку массы 100 кг и длины 10 м так, чтобы 2 м балки выступали за левую опору. Чему равна сила давления балки на левую опору?
- 3.1.31. * С помощью каната, перекинутого через неподвижный блок, укрепленный под потолком, человек массы 70 кг удерживает на весу груз массы 40 кг. Если канат, который держит человек, направлен вертикально, то чему равна сила давления человека на пол?
- 3.1.32. * Под каким наименьшим углом α к горизонту может стоять лестница, прислоненная к гладкой вертикальной стене, если коэффициент трения лестницы о пол равен μ ? Считать, что центр тяжести находится в середине лестницы.
- 3.1.33. * Какой тормозящий момент относительно оси вращающегося колеса диаметра 40 см создает колодка, прижатая к ободу колеса с силой 100 Н, если коэффициент трения равен 0,6?
- 3.1.34. * На барабан лебедки диаметра 20 см намотан трос. К тросу подвесили груз массы 20 кг. Если этот груз стал опускаться с постоянной скоростью. Чему равен момент сил трения относительно оси барабана?
- 3.1.35. * В две сообщающиеся трубки разного сечения налили сначала ртуть, а потом в широкую трубку сечением 8 см^2 налили воду массой 272 г. На сколько выше расположен уровень ртути в узком колене, чем в широком?
- 3.1.36. * В одном из двух одинаковых заполненных водой сообщающихся сосудов плавает шарик массой 100 г. Сечение каждого сосуда 2 см^2 . На сколько изменится уровень воды, если вынуть шарик?
- 3.1.37. * В сосуд с водой вставлена трубка сечением 2 см^2 . В трубку налили 72 г масла. Найти разность уровней масла и воды.
- 3.1.38. * В колено U-образной трубки площадью 1 см^2 , содержащей ртуть, налили 7,2 г воды и 20 г бензина. На сколько уровень жидкости в одном колене станет выше, чем в другом?
- 3.1.39. * В сообщающиеся сосуды налили сначала ртуть. Затем в один сосуд налили масло высотой 48 см, а в другой - керосин высотой 20 см. Определить разность уровней ртути в обоих сосудах.
- 3.1.40. * В сообщающихся сосудах находится ртуть. Площадь сечения одного сосуда в 4 раза больше, чем другого. В широкий сосуд наливают столб воды высотой 102 см. На сколько поднимется ртуть в узком сосуде?
- 3.1.41. * Две трубки диаметром 4 см представляют собой сообщающиеся сосуды. В одно колено сосуда наливают 0,25 л воды, в другое - 0,25 л ртути. Какова будет разность уровней жидкостей в коленах? Объемом изогнутой части трубки пренебречь.


- 3.1.42. * Поршень весом 30 Н представляет собой круглый диск радиусом 4 см с отверстием, в которое вставлена тонкостенная трубка радиусом 1 см. Поршень может плотно и без трения входить в стакан и сначала лежит на дне стакана. На какую высоту поднимется поршень, если влить в трубку 700 г воды ?
- 3.1.43. Определить массу груза, который можно поднять с помощью гидравлического поршня, если площадь малого поршня 5 см^2 , большого поршня 20 см^2 , а сила, действующая на малый поршень 80 Н.
- 3.1.44. В гидравлическом прессе площадь малого поршня 2 см^2 , а большого 500 см^2 . С какой скоростью будет подниматься большой поршень, если малый опускается со скоростью 25 м/с ?
- 3.1.45. К малому поршню гидравлического пресса приложена сила 196 Н, под действием которой за один ход он опускается на 25 см, вследствие чего большой поршень поднимается на 5 см. Какая сила давления передается при этом на больший поршень ?
- 3.1.46. * Малый поршень гидравлического пресса за один ход опускается на 0,2 м, а большой поршень поднимается на 1 см. С какой силой действует пресс на зажатое в нем тело, если на малый поршень действует сила 500 Н ? КПД пресса 0,95.
- 3.1.47. Столб воды в сообщающихся сосудах высотой 17,2 см уравнивает столб дизельного топлива высотой 20 см. Определить плотность дизельного топлива.
- 3.2. 3.2. Давление в жидкостях и газах
- 3.2.1. Во сколько раз давление столбика ртути высотой 10 см больше давления столбика керосина высотой 17 см ?
- 3.2.2. С какой силой давит на дно стакана слой воды толщиной 10 см ? Радиус дна стакана 3 см.
- 3.2.3. В сосуд налито воды высотой 20 см. Определить среднее давление воды на стенку сосуда.
- 3.2.4. Аквариум имеет форму куба со стороной 0,6 м. До какой высоты следует налить в него воду, чтобы сила давления на боковую стенку была в 6 раз меньше, чем на дно ? Атмосферное давление не учитывать.
- 3.2.5. Аквариум наполнен доверху водой. С какой средней силой давит вода на стенку аквариума длиной 50 см и высотой 30 см ?
- 3.2.6. В сосуд, имеющий форму прямоугольной призмы, шириной 15 см и длиной 35 см налита жидкость. Какова высота уровня жидкости в сосуде, если сила ее давления на дно равна силе давления на боковую поверхность сосуда ?
- 3.2.7. На сколько отличается давление столбика ртути высотой 10 мм от давления столбика воды высотой 10 см ?
- 3.2.8. Найти давление в озере на глубине 4,5 м. Атмосферное давление 100 кПа.
- 3.2.9. Чему равно давление воды на глубине 2 м ?
- 3.2.10. С какой силой действует вода на прямоугольную плотину высотой 75 м и шириной 120 м, когда водохранилище заполнено водой ?
- 3.2.11. Барометр показывает в воздухе давление 75 см ртутного столба. Найти давление на глубине 10 м от поверхности озера.

- 3.2.12. В узкую мензурку вода налита до уровня 10 см. Определить давление воды на дно мензурки, если ее отклонили на угол 30° от вертикали.
- 3.2.13. В цилиндрический сосуд налиты равные по массе количества воды и ртути. Общая высота столба жидкости в сосуде 143 см. Найти давление на дно сосуда.
- 3.2.14. В цилиндрическое ведро с площадью дна $0,02 \text{ м}^2$ налита вода. Найдите массу воды, если давление на боковую стенку ведра на расстоянии 0,1 м от дна равно 1960 Па.
- 3.2.15. Какова сила давления на поршень насоса при высоте подачи воды 25 м, если площадь поршня 100 см^2 ?
- 3.2.16. На какой глубине в пресной воде давление в 3 раза больше нормального атмосферного давления?
- 3.2.17. На какой глубине моря гидростатическое давление воды равно 4,9 МПа? Плотность морской воды 1050 кг/м^3 , $g = 9,8 \text{ м/с}^2$
- 3.2.18. Образовавшееся на дне нефтяного бака отверстие в 5 см^2 заделано пробкой. До какой предельной высоты можно наливать в этот бак нефть, если пробка в состоянии выдержать давление в 196 кПа? Весом пробки пренебречь.
- 3.2.19. Поверхность воды в водонапорной башне находится на 30 м выше водопроводного крана. Вычислите давление воды в кране.
- 3.2.20. С какой силой выталкивается вода из иглы медицинского шприца, если на поршень действует сила 6 Н? Площадь поршня 3 см^2 , площадь отверстия иглы 2 мм^2 .
- 3.2.21. Цистерна с бензином имеет высоту 6 м. Найти давление на высоте 2,5 м от дна цистерны ($g=9,8 \text{ м/с}^2$).
- 3.2.22. Высота воды в открытом сосуде 5 м. Стенка сосуда имеет ширину 1,5 м и наклонена под углом 60° к вертикали. Определить силу давления воды на стенку при нормальном атмосферном давлении.
- 3.2.23. Плоскодонная баржа на глубине 1,8 м от уровня воды в реке получила пробоину площадью сечения 200 см^2 . С какой силой нужно давить на доску, которой закрыли отверстие, чтобы сдержать напор воды?
- 3.2.24. С какой силой давит атмосферный воздух на обложку книги размером $12 \times 20 \text{ см}^2$, если атмосферное давление 750 мм рт. ст.?
- 3.3. 3.3. Закон Архимеда
- 3.3.1. В воде плавает шар, погрузившись на 0,25 своего объема. Определить плотность материала шара.
- 3.3.2. Брусок дерева плавает в воде. Объем погруженной части бруска 36 см^3 . Определить массу бруска.
- 3.3.3. Льдина плавает на поверхности воды. Часть ее объема, равная 150 м^3 , находится под водой. Определить массу льдины.
- 3.3.4. На тело, находящееся в воде, действует выталкивающая сила 2 Н. С какой силой это тело выталкивается в керосине?
- 3.3.5. Цилиндр высотой 40 см плавает в вертикальном положении в сосуде с водой. Определить высоту погруженной части цилиндра, если его плотность 800 кг/м^3 .
- 3.3.6. В воде плавает шар, погрузившись на $2/3$ объема. Определите плотность материала шара.

- 3.3.7. В стакане, наполненном до краев водой, плавает кусок льда. Как изменится давление на дно сосуда, когда лед растает ?
- 3.3.8. В цилиндрический сосуд с водой, с площадью дна 150 см^2 , опускают тело массой 1 кг , с плотностью 800 кг/м^3 (вода – 1000 кг/м^3) и площадью горизонтального сечения 50 см^2 . Вода при этом из сосуда не выливается. Найти изменение уровня воды в сосуде.
- 3.3.9. Вес куска железа в воде $1,67 \text{ Н}$. Найти его объем.
- 3.3.10. Груз какой массы может поднять аэростат объемом $100\,000 \text{ м}^3$ на высоту 40 км ? Аэростат заполнен гелием плотностью $0,18 \text{ кг/м}^3$. Плотность воздуха на высоте 40 км равна $0,85 \text{ кг/м}^3$.
- 3.3.11. Деревянный брусок массой $1,4 \text{ кг}$ плавает на поверхности воды. Какой массы груз можно положить на брусок, чтобы он целиком погрузился в воду, а груз еще был над водой ?
- 3.3.12. Дубовый шар лежит в сосуде с водой, причем половина его находится в воде. С какой силой шар давит на дно сосуда, если его масса 600 г ?
- 3.3.13. К телу, сделанному из пробки, привязали веревку, другой конец которой закрепили на дне озера. При этом $0,6$ всего объема тела оказалось в воде. Определить силу натяжения веревки, если масса тела 1 кг .
- 3.3.14. Кусок дерева плавает в воде, погружаясь на $0,75$ своего объема. Какова плотность дерева ?
- 3.3.15. Кусок металла массой $0,78 \text{ кг}$ весит в воде $6,8 \text{ Н}$, а в бензине – $7,1 \text{ Н}$. Определить плотность бензина.
- 3.3.16. Кусок пробки плавает в банке с керосином. Какая часть объема пробки погружена в керосин ? $\rho_{\text{пр}} = 200 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\text{к}} = 800 \text{ кг/м}^3$.
- 3.3.17. На плоту, состоящем из 20 одинаковых бревен, можно перевозить груз максимальной массы 1800 кг . Определите плотность древесины, если объем каждого бревна $0,3 \text{ м}^3$.
- 3.3.18. Надводная часть айсберга имеет объем 1000 м^3 . При какой плотности льда объем подводной части будет равен 8000 м^3 ?
- 3.3.19. Пробковый спасательный круг имеет массу $3,2 \text{ кг}$. Определить подъемную силу этого круга в море. Плотность морской воды 1030 кг/м^3 .
- 3.3.20. Шарик плавает в сосуде, в котором находятся вода и масло. При этом $2/3$ объема шарика находится в воде, а $1/3$ – в масле. Найдите плотность материала, из которого сделан шарик.
- 3.3.21. Вес тела в воде в 5 раз меньше, чем в воздухе. Какова плотность вещества тела ?
- 3.3.22. Льдина, равномерной толщины, плавает в воде, выступая над ее поверхностью на 2 см . Какова масса льдины, если ее площадь равна 200 см^2 .
- 3.3.23. Из воды с глубины 5 м поднимают на поверхность камень объемом $0,6 \text{ м}^3$. Плотность камня 2500 кг/м^3 . Найти работу по подъему камня.
- 3.3.24. Доска толщиной 5 см плавает в воде, погрузившись на 70% . Поверх воды разливается слой нефти толщиной 1 см . На сколько будет выступать доска над поверхностью нефти ?

- 3.3.25. * Один конец нити закреплен на дне, а второй прикреплен к пробковому поплавку. При этом 0,75 всего объема поплавка погружено в воду. Определить силу натяжения нити, если масса поплавка 2 кг, а плотность 200 кг/м^3 .
- 3.3.26. * Плотность жидкости в 3 раза больше плотности материала тела. Какая часть объема тела будет выступать над поверхностью, если тело поместить в жидкость?
- 3.3.27. * Полый цинковый шар, внешний объем которого 200 см^3 плавает так, что половина его находится в воде. Определить объем свободного пространства шара.
- 3.3.28. * Стеклоплавильный шарик объемом $0,5 \text{ см}^3$ равномерно тонет в воде. Какое количество теплоты выделится при погружении шарика на 6 м? Плотность стекла 2505 кг/м^3 .
- 3.3.29. * Тело массой 2 кг и объемом 1 л находится в озере на глубине 5 м. Какую необходимо совершить работу для его подъема на 5 м над поверхностью воды?
- 3.3.30. * Шарик массой 20 г всплывает с постоянной скоростью в жидкости, плотность которой в 3 раза больше плотности шарика. Определите силу сопротивления жидкости.
- 3.3.31. * Шарик на нити, уравновешенный на весах, опускают в воду. Когда шарик на 0,3 своего объема погрузился в воду, равновесие нарушилось и для его восстановления пришлось снять гирьки, масса которых составила $1/6$ часть массы шарика. Какова плотность материала шарика?
- 3.3.32. * В сосуд налили ртуть и сверху нее масло. Шар в сосуде плавает так, что он ровно наполовину погружен в ртуть, а наполовину - в масло. Определить плотность материала шара.
- 3.3.33. * Деревянный шар лежит на дне сосуда с водой, причем половина его находится в воде. С какой силой давит на дно сосуда шар, если в воздухе он весит 6 Н?
- 3.3.34. * На рычажных весах уравновешен сосуд с водой. На сколько нужно увеличить массу гирь для восстановления равновесия, если в воду погрузить подвешенный на нитке стальной брусок размером $5 \text{ см} \times 6 \text{ см} \times 8 \text{ см}$ так, чтобы он не касался дна?
- 3.3.35. * Поверх жидкости плотностью 1000 кг/м^3 налита большим слоем жидкость плотностью 700 кг/м^3 , причем жидкости не смешиваются. Определить, какая часть объема тела плотностью 900 кг/м^3 будет погружена в более плотную жидкость.
- 3.3.36. * Полый железный шар взвешивают в воздухе и керосине. Показания динамометра соответственно равны 2,6 Н и 2,2 Н. Определить объем внутренней полости шара. Выталкивающей силой воздуха пренебречь.
- 3.3.37. * Пустая цилиндрическая пробирка, опущенная вертикально в воду, оказалась погруженной на $2/3$ своего объема. После того как в нее положили дробинку массой 10 г, она оказалась погруженной на $3/4$ объема. Чему равна масса пробирки?
- 3.3.38. * С какой высоты должно падать тело плотностью 400 кг/м^3 , чтобы оно погрузилось в воду на глубину 6 см? Сопротивлением воды и воздуха пренебречь.

- 3.3.39. * Чашки равноплечих весов находятся в воде плотностью 1 г/см^3 . Найти массу гирь, изготовленных из сплава плотностью 7 г/см^3 , которые уравновесят тело массой 1 кг и объемом 100 см^3 .
- 3.3.40. * Человек прыгает в воду со скалы высотой 10 м . На какую глубину он опустится, если силы сопротивления воды и воздуха считать ничтожно малыми? Масса человека 60 кг , объем 66 л .
- 3.3.41. * Шарик подвесили на упругой пружине и опустили в воду. Во сколько раз уменьшилось удлинение пружины, если плотность шарика в три раза больше плотности воды?
- 3.3.42. * В цилиндрическом сосуде диаметром 50 см плавает льдинка объемом 12 дм^3 . В льдинку вмерж стальной шарик объемом 50 см^3 . На сколько изменится уровень воды в сосуде, если лед растает?
- 3.3.43. * Однородный конус массой 48 кг плавает в воде вершиной вниз. Определить высоту выступающей над водой части конуса, если высота конуса равна 1 м , а площадь основания $0,25 \text{ м}^2$.
- 3.3.44. * Цилиндр плавает в вертикальном положении в сосуде с водой. В сосуд подливают более легкую жидкость слоем толщиной 20 см так, что она не доходит до верха цилиндра. При этом высота части цилиндра, находящейся в воде, уменьшается на 16 см . Чему равна плотность легкой жидкости?
- 3.3.45. * Шарик от настольного тенниса диаметром 4 см и массой 8 г удерживается под водой на глубине 40 см . Если его отпустить, то он поднимется над поверхностью воды на высоту 1 м . Определить работу шарика против силы сопротивления воды.
- 3.3.46. * В воде плавает льдина с площадью поперечного сечения 5 м^2 и высотой $0,5 \text{ м}$. Какую работу надо совершить, чтобы полностью погрузить льдину в воду?
- 3.3.47. * Однородный куб плавает в воде, на $0,75$ своего объема погружившись в воду. Если тонкой вертикальной нитью прикрепить центр верхней грани куба к плечу рычага длиной 8 см , а на другой конец рычага длиной 4 см повесить гирю массой 30 г , то куб будет погружен в воду на $\frac{2}{3}$ своего объема. Найти длину ребра куба.
- 3.3.48. * Однородный пробковый брусок квадратного сечения со стороной 10 см и длиной 40 см , плавает в воде вертикально. Какое количество теплоты выделится при переходе бруска в горизонтальное положение?
- 3.3.49. * Однородный стержень длиной 1 м и площадью сечения 1 см^2 плавает в вертикальном положении, погружаясь в воду на 80% длины. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы утопить стержень, оставив его в вертикальном положении?
- 3.3.50. * Шарик для игры в настольный теннис радиусом 15 мм и массой 5 г погружен в воду на глубину 30 см . Когда шарик отпустили, он выпрыгнул из воды на высоту 10 см . Какая энергия перешла при этом в тепловую вследствие трения шарика о воду?
- 3.3.51. * Два деревянных шара одинакового объема, полностью находящиеся в жидкости, соединены нитью и поднимаются равномерно и вертикально, один над другим. Пренебрегая силами сопротивления жидкости, определите силу натяжения нити, если массы шаров равны 2 и 4 кг .

3.3.52.	* В сосуде находятся две несмешивающиеся жидкости с различными плотностями. На границе раздела жидкостей плавает однородное тело объема V . Плотность материала тела ρ больше плотности ρ_1 верхней жидкости, но меньше плотности ρ_2 нижней жидкости ($\rho_1 < \rho < \rho_2$). Какая часть объема тела находится в нижней жидкости?	
3.3.53.	* Плотность воды 1000 кг/м^3 , а плотность пробки 200 кг/м^3 . Пробковый шар массы 100 г прикреплен ко дну водоема тонкой невесомой нитью. Шар полностью погружен в воду. Чему равно натяжение нити?	
3.3.54.	* Плотность воды 1000 кг/м^3 , а плотность камня 2500 кг/м^3 . Если не учитывать сопротивление воды при движении тела, то какую работу следует совершить при медленном подъеме камня массы 100 г в воде на высоту 80 см ?	
3.3.55.	* Палочка массы 400 г наполовину погружена в воду, как показано на рисунке. Угол наклона палочки к горизонту равен 45° . С какой силой давит на стенку цилиндрического сосуда нижний конец палочки? Трением пренебречь.	
3.3.56.	* Палочка массы m наполовину погружена в воду, как показано на рисунке (пред. задача). Угол наклона палочки к горизонту α . С какой силой давит на стенку цилиндрического сосуда верхний конец палочки? Трением пренебречь.	
3.4.	3.4. Поверхностные явления	
3.4.1.	На какую высоту поднимается вода в капиллярной трубке диаметром 3 мм ?	
3.4.2.	В капиллярной трубке радиусом $0,5 \text{ мм}$ жидкость поднялась на 11 мм . Определить плотность данной жидкости, если ее коэффициент поверхностного натяжения 22 мН/м .	
3.4.3.	Определить массу воды, поднявшейся по капиллярной трубке диаметром $0,5 \text{ мм}$.	
3.4.4.	На проволочной рамке с подвижной перекладиной длиной 10 см натянута мыльная пленка. Какую работу необходимо совершить, чтобы растянуть пленку на 7 см ?	
3.4.5.	При лужении оловом с конца проволоки диаметром 1 мм оторвалось 20 капель олова. Насколько укоротилась проволока? Коэффициент поверхностного натяжения олова при 300° С – $0,52 \text{ Н/м}$.	
4.	4. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА	
4.1.	4.1. Элементы молекулярной физики. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории	
4.1.1.	В баллоне находится 20 моль газа. Сколько молекул газа находится в баллоне?	
4.1.2.	Определить массу молекулы кислорода.	
4.1.3.	Сколько молекул содержится в 5 кг кислорода?	
4.1.4.	При температуре 320 К средняя квадратичная скорость молекулы кислорода 500 м/с . Определить массу молекулы кислорода.	
4.1.5.	Определить давление водорода, если средняя квадратичная скорость его молекул равна 2550 м/с , а концентрация молекул $3,6 \times 10^{25} \text{ м}^{-3}$.	

- 4.1.6. Какова средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа, если при концентрации молекул $2,65 \times 10^{25} \text{ м}^{-3}$ давление равно $98,8 \text{ кПа}$?
- 4.1.7. Определить давление, при котором 1 м^3 газа, имеющего температуру 60°С , содержит $2,4 \times 10^{26}$ молекул.
- 4.1.8. Сколько молекул содержится в 1 л воды?
- 4.1.9. Какое значение температуры по шкале Кельвина соответствует температуре 100°С ?
- 4.1.10. Какой объем при нормальных условиях занимают 5 г углекислого газа?
- 4.1.11. Чему равна температура газа, если при концентрации $2,65 \times 10^{25} \text{ м}^{-3}$ он создает давление $98,8 \text{ кПа}$?
- 4.1.12. Определить число молекул, содержащихся в 1 г воды.
- 4.1.13. Определить количество вещества, содержащегося в медной отливке массой 96 кг .
- 4.1.14. В комнате размером $4 \times 5 \times 2,7 \text{ м}^3$ испарился кристаллик йода массой 20 мг . Сколько молекул йода оказалось в 1 см^3 воздуха комнаты при условии их равномерного распределения? Молярная масса йода равна 127 г/моль .
- 4.1.15. В лабораторных условиях создан высокий вакуум, то есть очень малое давление, равное $1,33 \text{ нПа}$. Сколько молекул остается при этом в 1 м^3 газа? Температуру принять равной 293 К .
- 4.1.16. Определить молярную массу газа, если его плотность при нормальных условиях равна $0,09 \text{ кг/м}^3$.
- 4.1.17. Найти число молекул в 2 кг углекислого газа.
- 4.1.18. Во сколько раз масса молекулы углекислого газа CO_2 больше массы молекулы аммиака NH_3 ?
- 4.1.19. За 20 суток из стакана полностью испарилось $0,2 \text{ кг}$ воды. Сколько в среднем молекул вылетало с поверхности воды за 1 с ?
- 4.1.20. Считая, что диаметр молекул водорода составляет около $0,23 \text{ нм}$, подсчитать, какой длины получилась бы нить, если бы все молекулы, содержащиеся в 1 мг этого газа, были расположены в один ряд вплотную друг к другу.
- 4.1.21. В сосуде находится газ под давлением 150 кПа при температуре 23°С . Найти концентрацию молекул.
- 4.1.22. Определить среднюю квадратичную скорость молекул водорода при нормальных условиях.
- 4.1.23. Под каким давлением находится кислород в баллоне, если при температуре 27°С его плотность $6,24 \text{ кг/м}^3$?
- 4.1.24. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул кислорода достигнет 600 м/с ?
- 4.1.25. Какова плотность сжатого воздуха при 0°С в камере шины автомобиля «Волга»? Давление $0,17 \text{ МПа}$.
- 4.1.26. Определить среднюю квадратичную скорость молекул азота при температуре 27°С .
- 4.1.27. Определить плотность воздуха при нормальных условиях. Молярную массу принять равной 29 г/моль .

- 4.1.28. Каково давление азота, если его плотность равна $1,35 \text{ кг/м}^3$, а средняя квадратичная скорость молекул 500 м/с ?
- 4.1.29. Сколько молекул кислорода находится в сосуде объемом 1 л , если температура кислорода 150°С , а давление равно $0,132 \text{ нПа}$?
- 4.1.30. Определить плотность воздуха при 27°С и давлении $0,1 \text{ МПа}$.
- 4.1.31. Какое давление на стенки сосуда производят молекулы газа, если масса газа 3 г , объем $0,5 \text{ л}$, а средняя квадратичная скорость его молекул 500 м/с ?
- 4.1.32. Какое давление производит углекислый газ при температуре 330 К , если его плотность при этом равна $4,91 \text{ кг/м}^3$?
- 4.1.33. Вычислить среднюю квадратичную скорость молекул углекислого газа при температуре 223 К .
- 4.1.34. Определить среднеквадратичную скорость молекул газа при давлении 100 кПа и плотности $1,25 \text{ кг/м}^3$.
- 4.1.35. В баллоне емкостью 40 л находится 10 кг кислорода под давлением 20 МПа . Найти среднюю квадратичную скорость молекул кислорода.
- 4.1.36. Энергия поступательного движения, которой обладают все молекулы газа, находящегося в объеме $0,02 \text{ м}^3$ при 17°С , составляет $0,66 \text{ Дж}$. Найти концентрацию молекул этого газа.
- 4.1.37. Найти концентрацию молекул газа, у которого средняя квадратичная скорость молекул равна 500 м/с при температуре 300 К . Плотность газа $0,27 \text{ кг/м}^3$.
- 4.1.38. В первом сосуде находится азот, во втором - водород. Чему равно отношение давления P_1 азота к давлению P_2 водорода при одинаковых значениях концентрации молекул и температуре ?
- 4.1.39. В сосуде вместимостью 2 м^3 находится $2,4 \text{ кг}$ газа. Под каким давлением находится газ, если средняя квадратичная скорость его молекул равна 500 м/с ?
- 4.1.40. Плотность газа в баллоне электрической лампы $0,9 \text{ кг/м}^3$, давление при горении 110 кПа . Вычислить среднюю квадратичную скорость молекул газа.
- 4.1.41. При какой температуре находится одноатомный газ, если средняя кинетическая энергия его молекулы равна $8 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$?
- 4.1.42. Под каким давлением находится кислород в баллоне, если при температуре 27°С его плотность $6,44 \text{ кг/м}^3$?
- 4.1.43. Найдите отношение средних скоростей молекул O_2 и H_2 при одинаковой температуре.
- 4.1.44. Найти среднюю квадратичную скорость молекул газа, имеющего плотность $1,8 \text{ кг/м}^3$ при давлении 152 кПа .
- 4.1.45. В баллоне находится кислород при давлении 4 МПа и температуре 42°С . Определить плотность кислорода в баллоне.
- 4.1.46. В баллоне объемом $0,01 \text{ м}^3$ находится газ, кинетическая энергия поступательного движения молекул которого равна $7,5 \text{ кДж}$. Под каким давлением находится газ ?
- 4.1.47. Во сколько раз плотность метана (CH_4) отличается от плотности кислорода (O_2) при прочих равных условиях ?

- 4.1.48. Определить давление азота в ампуле, если при 0°C в ней концентрация молекул равна $3,5 \cdot 10^{14} \text{ м}^{-3}$.
- 4.1.49. Во сколько раз средняя квадратичная скорость молекул воздуха при температуре 303 К больше, чем при температуре 243 К ?
- 4.1.50. При некоторой температуре средняя скорость молекул азота равна 600 м/с . Какова средняя скорость молекул кислорода при той же температуре?
- 4.1.51. До какой температуры при нормальном атмосферном давлении надо нагреть кислород, чтобы его плотность стала равна плотности азота при нормальных условиях?
- 4.1.52. Во сколько раз плотность воздуха зимой при температуре минус 23°C больше плотности воздуха летом при температуре 27°C ? Давление постоянно.
- 4.1.53. Во сколько раз изменится средняя квадратичная скорость теплового движения молекул идеального газа, если его объем V и давление P увеличатся в два раза?
- 4.1.54. Во сколько раз изменится средняя квадратичная скорость молекул идеального газа при увеличении температуры газа в 2 раза?
- 4.1.55. Гелий находится при температуре 580 К . При какой температуре должен находиться водород, чтобы средняя квадратичная скорость молекул этих газов была одна и та же?
- 4.1.56. Во сколько раз изменится плотность молекул газа, если при увеличении температуры в два раза давление возросло в 4 раза?
- 4.1.57. Каким давлением нужно сжать воздух, чтобы при температуре 100°C его плотность стала равной плотности при нормальных условиях?
- 4.1.58. Среднеквадратичная скорость молекул газа равна 500 м/с . Какой объем займет газ массой 1 кг при атмосферном давлении?
- 4.1.59. *Оценить минимальное расстояние между центрами соседних атомов железа, считая его кристаллическую решетку кубической.
- 4.1.60. *Какое время понадобится для того, чтобы на поверхность стекла нанести слой серебра толщиной 5 мкм , используя для этого атомарный пучок, в котором атомы серебра, имеющие концентрацию 10^{18} м^{-3} , движутся со скоростью 390 м/с ?
- 4.1.61. Концентрация молекул кислорода ($\mu = 32 \text{ г/моль}$) в сосуде вместимостью 5 л равна $9,41 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$. Чему равна масса газа в сосуде?
- 4.1.62. Если m_0 – масса одной молекулы газа, N – общее число молекул газа, а N_A – число Авогадро, то какая формула позволяет правильно рассчитать молярную массу газа?
- 4.1.63. Если m – масса газа, M – молярная масса газа, а N_A – число Авогадро, то по какой из приведенных ниже формул можно правильно рассчитать число молекул в данной массе газа?
- 4.1.64. Какое количество вещества содержится в алюминиевой ложке массы 27 г ? Относительная атомная масса алюминия равна 27 .
- 4.1.65. *Чему равно среднее расстояние между молекулами насыщенного водяного пара при температуре 100°C ?
- 4.1.66. Молекула двухатомного газа содержит 16 протонов и 16 нейтронов. Чему равна плотность этого газа, если в 1 см^3 находятся $2,7 \cdot 10^{19}$ молекул?

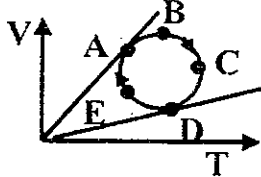
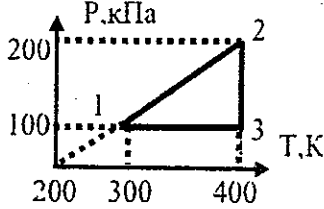
4.1.67.	В сосуде вместимостью 4 м^3 находится $4,8 \text{ кг}$ идеального газа. Средняя квадратичная скорость молекул этого газа равна 500 м/с . Под каким давлением находится газ?
4.1.68.	В сосуде при давлении 10 Па плотность идеального газа составляет $1,2 \text{ кг/м}^3$. Чему равна средняя квадратичная скорость молекул этого газа?
4.1.69.	Если температура идеального газа уменьшится в 4 раза, то во сколько раз изменится средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул этого газа?
4.1.70.	По какой формуле можно рассчитать давление газа через его температуру T и концентрацию молекул n ?
4.1.71.	Если μ - молярная масса, m_0 - масса молекулы, \bar{v} - средний квадрат скорости молекул идеального газа, имеющего температуру T и давление P , то концентрация молекул этого газа может быть вычислена по формуле...
4.1.72.	В 1 см^3 объема при давлении 20 кПа находятся $5 \cdot 10^{17}$ атомов гелия (молярная масса гелия $\mu = 0,004 \text{ кг/моль}$). Чему равна средняя квадратичная скорость атомов гелия при этих условиях?
4.1.73.	Если температура идеального газа возрастает в 2 раза, то как изменится среднеквадратичная скорость молекул?
4.1.74.	Каким выражением определяется суммарная кинетическая энергия поступательного движения всех молекул в одном моле идеального газа при температуре T ?
4.1.75.	В 1 дм^3 объема при давлении 10 Па находятся $3 \cdot 10^{17}$ молекул кислорода (молярная масса кислорода $\mu = 0,032 \text{ кг/моль}$). Чему равна средняя квадратичная скорость молекул кислорода при этих условиях?
4.2.	4.2. Уравнение Клапейрона - Менделеева
4.2.1.	Какой объем занимает 1 кг кислорода при 0° С и давлении 800 кПа ?
4.2.2.	Найти массу углекислого газа в баллоне вместимостью 40 л при температуре 288 К и давлении $5,07 \text{ МПа}$.
4.2.3.	В баллоне емкостью $25,6 \text{ л}$ находится $1,04 \text{ кг}$ азота при давлении $3,55 \text{ МПа}$. Определите температуру газа.
4.2.4.	Баллон содержит 28 кг кислорода при давлении 770 кПа . Какова масса гелия, занимающего такой же объем при давлении 825 кПа ? Температура газов одинакова.
4.2.5.	В изотермическом процессе объем газа уменьшился вдвое. Во сколько раз изменилось давление?
4.2.6.	Некоторая масса газа при давлении 126 кПа и температуре 295 К занимает объем 500 л . Найти объем газа при нормальных условиях.
4.2.7.	Сколько молекул хлора содержится при нормальных условиях в колбе емкостью $0,5 \text{ л}$?
4.2.8.	До какой температуры нужно нагреть запаянный шар, содержащий 9 г воды, чтобы шар разорвался, если известно, что стенки шара выдерживают давление не более $4,053 \text{ МПа}$, а его объем $1,2 \text{ л}$?
4.2.9.	Сколько молекул воздуха содержится в комнате объемом 60 м^3 при нормальных условиях?

- 4.2.10. Сколько весит воздух, занимающий объем 150 л при температуре 15°C и давлении 150 кПа ?
- 4.2.11. В баллоне емкостью 4 л создано давление 0,1 мкПа. Сколько молекул газа содержится в баллоне, если его температура 17°C ?
- 4.2.12. Баллон емкостью 40 л содержит 2,6 кг кислорода. При какой температуре возникает опасность взрыва, если допустимое давление не более 5 МПа ?
- 4.2.13. Найти концентрацию молекул газа, если в баллоне емкостью 4 л создано давление 0,5 мкПа при температуре 27°C .
- 4.2.14. Сколько молекул ртути содержится в 1 м^3 воздуха в помещении, зараженном ртутью, при температуре 293 К, если давление насыщенного пара ртути при этой температуре 133 мПа ?
- 4.2.15. В баллоне емкостью 40 л содержится 1,98 кг углекислого газа при 0°C . При повышении температуры на 48 К баллон с газом взорвался. При каком давлении произошел взрыв ?
- 4.2.16. Баллон содержит 50 л кислорода, температура 27°C , давление 2 МПа. Найти массу кислорода.
- 4.2.17. Сколько молекул газа заключено в объеме $0,5\text{ м}^3$, если он при температуре 300 К находится под давлением 748 кПа ?
- 4.2.18. В баллоне для сжиженных газов находится 4,2 кг метана (CH_4) при давлении 1 МПа и температуре 300 К. Определить объем баллона.
- 4.2.19. В 1 м^3 газа при давлении 120 кПа содержится $2 \cdot 10^{23}$ молекул, средняя квадратичная скорость которых 600 м/с. Определить массу молекулы этого газа.
- 4.2.20. Найти массу водорода, находящегося в баллоне объемом 20 л под давлением 830 кПа при 17°C .
- 4.2.21. Газ массой 16 г при давлении 1 МПа и температуре 112°C занимает объем 1600 см^3 . Определить, какой это газ.
- 4.2.22. Найти число молекул воздуха в комнате, имеющей объем $8,5 \times 4\text{ м}^3$ при температуре 10°C и давлении 100 кПа.
- 4.2.23. Вычислить молярную массу бутана, 2 л которого при температуре 15°C и давлении 87 кПа имеют массу 4,2 г.
- 4.2.24. Какая часть газа осталась в баллоне, давление в котором было 12 МПа, а температура 300 К, если давление упало до 1,013 МПа ? Баллон при этом охладился до температуры 250 К.
- 4.2.25. * Идеальный газ при давлении 1,33 кПа и температуре 15°C занимает объем 2 л. Каким будет его давление, если температура увеличится в два раза, а объем уменьшится на 0,25 от первоначального ?
- 4.2.26. * Из баллона емкостью 5 л из-за неисправности вентиля произошла утечка газа, в результате чего давление понизилось на 2,9 кПа. Температура не менялась и была равна 17°C . Сколько молекул ушло из баллона ?
- 4.2.27. Газ, объем которого $0,8\text{ м}^3$ при температуре 300 К производит давление 280 кПа. На сколько надо повысить его температуру, чтобы при давлении 160 кПа он занял объем $1,4\text{ м}^3$?
- 4.2.28. В баллоне объемом 200 л при температуре 20°C и давлении 10 МПа находится кислород. Найти объем, который газ занимал бы в нормальных условиях.

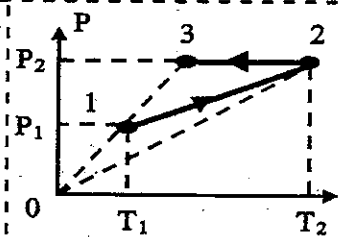
- 4.2.29. Некоторый газ массой 7 г, находящийся в баллоне при температуре 27°C , создает давление 50 кПа. Водород массой 4 г в этом же баллоне при температуре 60°C создает давление 444 кПа. Какова молярная масса неизвестного газа ?
- 4.2.30. Сколько молекул воздуха выходит из комнаты объемом 80 м^3 при повышении температуры от 15 до 27°C ? Атмосферное давление 100 кПа.
- 4.2.31. В цилиндре дизеля воздух сжимается от 80 до 3000 кПа, а объем уменьшается от 7,5 до 0,5 л. Определить температуру воздуха в конце такта сжатия, если его начальная температура 47°C .
- 4.2.32. В открытом сосуде газ нагрели так, что его температура увеличилась в 3 раза. Сколько газа было в сосуде, если в конце нагревания в сосуде осталось 0,24 кг газа ?
- 4.2.33. Температура воздуха в комнате была 10°C . После того как печь протопили, температура поднялась до 27°C . Объем комнаты 50 м^3 , давление в ней 97 кПа. На сколько изменилась масса воздуха, находящегося в комнате ?
- 4.2.34. Газ массой 1,2 г занимает объем 400 см^3 при температуре 280 К. После нагревания газа при постоянном давлении его плотность стала равна $0,6\text{ кг/м}^3$. До какой температуры был нагрет газ ?
- 4.2.35. Из баллона со сжатым водородом объемом $0,01\text{ м}^3$ вытекает газ, при температуре 280 К и начальном давлении газа 5 МПа. Через некоторое время при температуре 290 К давление оказывается тем же. Найти массу вытекшего газа.
- 4.2.36. * Откачанная лампа накаливания объемом 10 см^3 имеет трещину, в которую проникает 10^{18} частиц газа за 1 секунду. Сколько времени нужно, чтобы в лампе установилось нормальное давление при температуре 27°C ?
- 4.2.37. * Когда из сосуда выпустили некоторое количество газа, давление в нем упало на 40%, а абсолютная температура - на 10%. Какую часть газа выпустили ?
- 4.2.38. При температуре 727°C газ занимает объем 8 л и производит давление 200 кПа на стенки сосуда. При каком давлении этот газ при температуре -23°C будет занимать объем 160 л ?
- 4.2.39. * Воздух в открытом сосуде нагревают от 10 до 600°C и затем, герметически закрыв сосуд, охлаждают до первоначальной температуры. Найти плотность воздуха в сосуде после охлаждения, если атмосферное давление 100 кПа.
- 4.2.40. * До какой температуры нагрели колбу, содержащую воздух, если давление воздуха в ней увеличилось в два раза ? Начальная температура колбы равна 20°C , а ее объем за счет теплового расширения увеличился на 10 %.
- 4.2.41. Баллон, содержащий 1 кг азота, при испытании взорвался при температуре 630 К. Какое количество водорода можно хранить в таком баллоне при температуре 270 К, имея десятикратный запас прочности ?
- 4.2.42. При какой температуре давление 240 л водорода равно 126,6 кПа, если при нормальных условиях тот же газ занимает объем 364 л ?

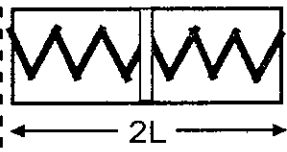
- 4.2.43. В баллоне находилось 5 кг газа при давлении 1 МПа. Какое количество газа взяли из баллона, если давление стало равным 100 кПа? Температуру считать постоянной.
- 4.2.44. Во сколько раз изменится объем кислорода массой 0,32 кг, если его давление увеличится в 3 раза, а температура уменьшится в 3 раза?
- 4.2.45. Баллон содержит газ при температуре 7°C и давлении 91,2 МПа. Каким будет давление, если из баллона выйдет 0,25 массы газа и при этом температура повысится до 27°C ?
- 4.2.46. В баллоне находится газ при температуре 15°C . Во сколько раз изменится его давление, если 40 % газа выйдет из баллона, а температура понизится на 8°C ?
- 4.2.47. *Сколько электронов заключается в 1 л кислорода при давлении 1 МПа и температуре 473 К?
- 4.2.48. *Плотность пара некоторого соединения углерода с водородом равна 3 г/л при 43°C и 820 мм рт. ст. Какова молекулярная формула этого соединения?
- 4.2.49. В комнате объемом в 30 м^3 температура с 15°C поднялась до 25°C . На сколько при этом изменилась масса воздуха в комнате, если атмосферное давление 100 кПа?
- 4.2.50. Баллон содержит сжатый газ при 27°C и давлении 3 МПа. Каково будет давление, если из баллона будет выпущена половина массы газа, а температура понизится до 7°C ?
- 4.2.51. На сколько уменьшится масса воздуха в открытом сосуде, если его нагреть от 0 до 100°C ? Начальная масса воздуха 373 г.
- 4.2.52. Баллон содержит сжатый газ при 27°C и давлении 2000 кПа. Каково будет давление, если из баллона будет выпущено 0,3 массы газа, а температура понизится до 12°C ?
- 4.2.53. *Перед проведением газосварочных работ манометр баллона с кислородом показывал давление 10 МПа, а после сварки – 8 МПа. Какая часть кислорода была израсходована? Температура в баллоне не изменялась.
- 4.2.54. Газ при давлении 126,6 кПа и температуре 300 К занимает объем $0,6\text{ м}^3$. Найти объем газа при нормальных условиях.
- 4.2.55. Газ при давлении 0,2 МПа и температуре 15°C имеет объем 5 л. Чему равен объем этой массы газа при нормальных условиях?
- 4.2.56. Сосуд вместимостью $0,6\text{ м}^3$, содержащий гелий массой 2 кг, разорвался при температуре 400°C . Определите, какое максимальное количество азота можно хранить в таком сосуде при 30°C с учетом пятикратного запаса прочности.
- 4.2.57. *В сосуде объемом 10 литров находится 2 г водорода при температуре 2000 К. Определить давление газа, если при такой температуре половина молекул диссоциирована на атомы.
- 4.2.58. Какова минимальная разница в массе воздуха зимой и летом при нормальном атмосферном давлении для комнаты объемом 100 м^3 , если летом температура в помещении повышается до 30°C , а зимой падает до 5°C ?

- 4.2.59. *1. Воздух в сосуде объемом 5 л находится при температуре 27°C под давлением 2 МПа. Какую массу воздуха надо выпустить из сосуда, чтобы давление в нем упало до 1 МПа ?
- 4.2.60. *1. Некоторая масса водорода находится при температуре 200 К и давлении 0,4 кПа. Газ нагревают до температуры 10000 К, при которой молекулы водорода практически полностью распадаются на атомы. Найти давление после нагрева, если объем и масса газа не меняются.
- 4.2.61. *1. Перед проведением газосварочных работ манометр баллона с кислородом показывал давление 10 МПа, а после сварки 4 МПа. Сколько кислорода было израсходовано ? Температуру считать постоянной.
- 4.2.62. *1. В сосуде находится 1 литр воды при температуре 27°C . Чему стало бы равным давление внутри сосуда, если бы силы взаимодействия между молекулами воды внезапно исчезли ?
- 4.2.63. *1. В двух сосудах находится одинаковое количество одного и того же газа. В первом сосуде давление равно 400 кПа, температура T , во втором - давление 600 кПа, температура $3 \cdot T$. Чему равно отношение объемов сосудов.
- 4.2.64. *1. Резиновая камера содержит воздух при температуре 27°C и нормальном атмосферном давлении. На какую глубину нужно опустить камеру в воду, чтобы ее объем уменьшился вдвое ? Температура воды 4°C .
- 4.2.65. *1. В баллоне объемом 10 л находится кислород, масса которого 12,8 г. Давление в баллоне измеряется U-образным манометром, заполненным водой. Какова разность уровней воды в трубках манометра при температуре газа 27°C ? Атмосферное давление нормальное.
- 4.2.66. *1. Баллон содержит 0,3 кг гелия. Абсолютная температура в баллоне уменьшилась на 10%, масса газа тоже уменьшилась. В результате давление упало на 20%. Сколько молекул гелия ушло из баллона ?
- 4.2.67. *1. В откачанной ампуле объемом 3 см^3 содержится радий массой 5 г в течение одного года. В результате радиоактивного распада из радия массой 1 г в одну секунду вылетает $3,7 \cdot 10^{10}$ альфа – частиц, представляющих собой ядра гелия. Какое давление будет производить гелий при температуре 300 К ?
- 4.2.68. *1. Два сосуда, содержащих одинаковую массу одного и того же газа, соединены трубкой с краном. В первом давление 100 кПа, во втором – 300 кПа. Температура одинакова. Какое давление установится после открытия крана ?
- 4.2.69. *1. Сколько молей газа следует добавить к одному молю данного газа, чтобы его давление увеличилось в 9,1 раза при постоянном объеме и в два раза большей температуре ?
- 4.2.70. *1. В открытом цилиндре находится 90 г газа. Температуру газа увеличили от 300 до 450 К при постоянном давлении 166 кПа. Сколько молей газа выйдет из цилиндра, если его плотность в начале процесса равна 1 кг/м^3 ?
- 4.2.71. *1. Из баллона объемом 200 дм^3 , содержащего гелий при давлении 2 МПа и температуре 273 К, израсходовали часть газа, занявшего при нормальных условиях объем 1 м^3 . При повторном измерении давления в баллоне получено значение 1,4 МПа. При какой температуре проведено это измерение ?

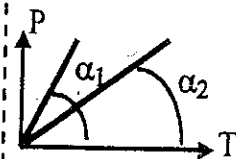
- 4.2.72. * На рисунке показан график процесса, происходящего с идеальным газом. Укажите точки, соответствующие минимальному и максимальному давлению. Ответ обоснуйте.
- 
- 4.2.73. * На P-T – диаграмме изображен замкнутый процесс, который совершает кислород некоторой массы. Известно, что максимальный объем, который занимал газ в этом процессе, $16,4 \text{ дм}^3$. Определите массу газа в точке 1. Значения T_1 , T_2 , P_1 и P_2 указаны на рисунке.
- 
- 4.2.74. * Если нагреть 1 моль идеального газа на 1 К при постоянном объеме, то давление возрастет на 10 Па. Если из того же исходного состояния нагреть газ на 1 К при постоянном давлении, то объем увеличивается на $0,001 \text{ м}^3$. Вычислите температуру газа в исходном состоянии.
- 4.2.75. * Имеются два сосуда с одним и тем же газом при одинаковой температуре. Плотность газа в первом сосуде 30 кг/м^3 , во втором – 20 кг/м^3 . Объем первого сосуда в 3 раза меньше объема второго. Какая плотность газа установится, если сосуды соединить?
- 4.2.76. * При увеличении температуры газа на 60 К его объем возрос на 1 л. На сколько литров увеличится объем по сравнению с первоначальным, если температуру увеличить еще на 30 К?
- 4.2.77. * Насос захватывает при каждом качании 1 л воздуха при нормальных условиях и нагнетает его в автомобильный баллон объемом $0,5 \text{ м}^3$ при 290 К. Сколько качаний необходимо, чтобы площадь соприкосновения баллона с дорогой уменьшилась на 100 см^2 , если до этого она была 450 см^2 и на колесо приходится нагрузка 4,9 кН?
- 4.2.78. * Воздушный шар имеет легкорастяжимую теплоизолированную оболочку массой 130 кг, которая была заполнена 65 кг воздуха при атмосферных давлении и температуре. На сколько градусов нужно нагреть воздух внутри шара, чтобы он взлетел? Температура окружающей среды 0°C .
- 4.2.79. * В некотором процессе давление и объем идеального газа связаны соотношением $PV^{1/2} = \text{const}$. При температуре 27°C давление 100 кПа. Найти давление при температуре 127°C .
- 4.2.80. * Какой радиус должен иметь наполненный гелием воздушный шар, чтобы он мог подняться в воздух, если масса 1 м^2 оболочки шара 50 г? Температура воздуха 27°C , давление 100 кПа.
- 4.2.81. * Надувной шарик, наполненный гелием, удерживают на нити. Найдите натяжение нити, если масса оболочки шарика 2 г, объем 3 л, давление гелия 104 кПа, температура 27°C . Плотность воздуха $1,3 \text{ кг/м}^3$.
- 4.2.82. * Два баллона с объемами 20 и 10 л соединены длинной тонкой трубкой и содержат 6 моль водорода. Первый баллон находится при температуре 20°C . Какую температуру имеет второй баллон, если известно, что в нем содержится 9 г водорода?

- 4.2.83. * Воздушный шар объемом 20 м^3 , наполненный гелием, поднялся на высоту 180 м за 0,5 минуты. Масса шара с оборудованием и корзиной 12 кг. Найти массу груза, поднятого шаром. Плотности воздуха и гелия при этих высотах считать постоянными и равными $1,29$ и $0,18 \text{ кг/м}^3$, соответственно.
- 4.2.84. * Внутри замкнутого цилиндра, наполненного воздухом, находится шарик радиусом 3 см и массой 3 г. Какое давление необходимо создать внутри цилиндра, чтобы шарик находился во взвешенном состоянии, если поддерживается температура 17°C ?
- 4.2.85. * На дне цилиндра, наполненного воздухом, плотность которого $1,29 \text{ кг/м}^3$, лежит полый металлический шарик радиусом 1 см. До какого давления нужно сжать воздух в цилиндре, чтобы шарик всплыл ? Опыт проводят при температуре 290 К , масса шарика 5 г.
- 4.2.86. * В замкнутом сосуде к верхней стенке на пружине жесткостью 4 Н/м подвешена сфера объемом 2 л. На какую высоту поднимется сфера, если при постоянной температуре 17°C давление воздуха в сосуде повысить от 100 до 500 кПа ?
- 4.2.87. * Во сколько раз изменится температура идеального газа, если уменьшить его объем в два раза при осуществлении процесса, в котором давление и объем связаны соотношением $PV^2 = \text{const}$.
- 4.2.88. * Внутри закрытого с обоих концов горизонтального цилиндра есть поршень, который скользит без трения. С одной стороны поршня находится водород массой 3 г, а с другой – азот массой 17 г. Какую часть объема цилиндра занимает водород ?
- 4.2.89. * Тонкий резиновый шар радиусом 2 см наполнен воздухом при температуре 20°C и давлении 100 кПа. Каким будет радиус шара, если его опустить в воду с температурой 4°C на глубину 20 м ?
- 4.2.90. * Цилиндрический сосуд делится невесомым поршнем на две части. В одну часть сосуда поместили кислород, а в другую – такую же массу водорода. Общая длина сосуда 85 см. Какую часть длины цилиндра будет занимать кислород ?
- 4.2.91. * Два одинаковых шара соединены тонкой трубкой, в которой находится капелька ртути, разделяющая шары. При 0°C капелька находится посередине трубки. Объем воздуха в каждом шаре и части трубки до капельки ртути равен 0,2 л. Площадь сечения трубки 200 мм^2 . На какое расстояние передвинется капелька, если один шар нагреть на 2°C , а другой на столько же охладить ?
- 4.2.92. * Внутри закрытого с обоих концов горизонтального цилиндра имеется тонкий поршень, который может скользить в цилиндре без трения. С одной стороны поршня находится водород массой 3 г, с другой – азот массой 23 г. Какую часть объема цилиндра занимает водород ?
- 4.2.93. * Два одинаковых сосуда, содержащих азот при 300 К , соединили горизонтальной трубкой сечением $0,4 \text{ см}^2$, посередине которой находится столбик ртути. Объемы сосудов (до столбика ртути) равны 80 см^3 каждый. На какое расстояние сместится столбик ртути, если один сосуд нагреть, а другой охладить на 3 К ? Расширением сосудов пренебречь.

- 4.2.94. * Горизонтально расположенный цилиндр разделен скользящей без трения перегородкой на две части. С одной стороны от перегородки находится водород, с другой - гелий. Массы и температуры газов одинаковы. Во сколько раз объем, занимаемый водородом, больше объема, занимаемого гелием ?
- 4.2.95. * Объем пузырька, всплывающего на поверхность со дна озера, увеличился в два раза. Определить глубину озера. Температура воздуха на поверхности озера 27°C , а на его дне -17°C . Атмосферное давление нормальное.
- 4.2.96. * Состояние одного киломоля идеального газа менялось по графику 1-2-3. Определить конечный объем газа, если $P_1 = 150 \text{ кПа}$, $T_1 = 300 \text{ К}$, $P_2 = 370 \text{ кПа}$, $T_2 = 450 \text{ К}$.
- 
- 4.2.97. * Сосуд объемом 5 л разделен перегородкой на две части, заполненные одним газом под давлением 80 и 30 кПа. После удаления перегородки в сосуде установилось давление 70 кПа. Определить, какой объем имела часть сосуда с большим давлением.
- 4.2.98. * При некотором процессе идеального газа связь между давлением и объемом газа $PV^3 = \text{const}$. Во сколько раз изменится температура газа, если увеличить его объем в два раза ?
- 4.2.99. * Воздушный шар объемом 1000 м^3 наполнен гелием при температуре окружающего воздуха 27°C и давлении 100 кПа. Общая масса шара 500 кг. Определите силу сопротивления воздуха, если шар поднимается вверх с ускорением $2,2 \text{ м/с}^2$.
- 4.2.100. * В цилиндре с площадью основания 100 см^2 находится воздух. Поршень расположен на высоте 50 см от дна цилиндра. На поршень кладут груз массой 50 кг, при этом он опускается на 10 см. Найти температуру воздуха после опускания поршня, если первоначальное давление было равно 101 кПа, а температура 12°C .
- 4.2.101. * В сосуд, на дне которого лежит твердый шар, нагнетают воздух при температуре 27°C . Когда давление в сосуде стало равно 2 МПа, шар поднялся вверх. Чему равна масса шара, если его радиус 5 см ?
- 4.2.102. * В закрытом с обоих концов цилиндре длиной 2 м поршень соединен с днами пружинами одинаковой жесткости 1500 Н/м. Вначале цилиндр откачан, пружины находятся в ненапряженном состоянии, а поршень - в середине цилиндра. На какое расстояние переместится поршень, если в одну из частей цилиндра ввести 28 г азота при 273 К ?
- 4.2.103. * Тонкостенный резиновый шар собственным весом 0,6 Н наполнен неоном и погружен в озеро на глубину 120 м. Найти массу неона, если шар находится в положении равновесия. Температура воды 4°C . Натяжением резины пренебречь.
- 4.2.104. * Давление воздуха в сосуде равно 102,4 кПа. Вместимость цилиндра разрезающего насоса в три раза меньше внутреннего объема сосуда. Какое давление установится в сосуде после трех ходов поршня ? Изменением температуры пренебречь.

- 4.2.105. * Компрессор всасывает в 1 мин 3 м^3 сухого воздуха при температуре 290 К и давлении 100 кПа и нагнетает его в резервуар, объем которого $8,5 \text{ м}^3$. За какое время компрессор накачает воздух в резервуар до давления 700 кПа ? Температура в резервуаре 300 К , перед накачиванием он был заполнен воздухом при давлении 200 кПа .
- 4.2.106. * Давление воздуха в сосуде 97 кПа . После трех ходов откачивающего поршневого насоса давление упало до $28,7 \text{ кПа}$. Определить отношение объемов сосуда и цилиндра насоса.
- 4.2.107. * В цилиндре длиной $2L = 2 \text{ м}$ тонкий поршень соединен с днищами пружинами одинаковой жесткости $1,5 \text{ кН/м}$. Вначале цилиндр откачан и пружины не напряжены. Сколько граммов кислорода было введено в одну из половин, если поршень сместился на $0,5 \text{ м}$ при 0° С ?
- 
- 4.2.108. * Газ, занимающий при температуре 127° С и давлении 100 кПа объем 2 л , изотермически сжимают, а затем изобарно охлаждают до температуры -73° С , после чего изотермически изменяют объем до 1 л . Найти конечное давление.
- 4.2.109. * В цилиндре под поршнем находится газ при нормальных условиях. Сначала объем газа изотермически увеличили в 10 раз, затем газ нагрели при постоянном давлении до 127° С . Найти концентрацию молекул газа в конечном состоянии.
- 4.2.110. * При увеличении абсолютной температуры идеального газа в 2 раза его давление увеличилось на 25%. Как изменится объем этого газа заданной массы?
- 4.2.111. * Когда из сосуда выпустили некоторое количество газа, давление в нем упало на 40%, а абсолютная температура – на 20%. Какая часть газа осталась в сосуде?
- 4.3. 4.3. Изопроцессы
- 4.3.1. * Определить начальную температуру газа, если при изохорном нагревании до 580 К его давление увеличилось вдвое.
- 4.3.2. * В закрытом баллоне находится газ при температуре 295 К и давлении 105 кПа . Каким станет давление, если газ будет нагрет на 110 К ?
- 4.3.3. * Давление в откачанной рентгеновской трубке при 15° С равно $1,2 \text{ МПа}$. Каким будет давление в работающей трубке при 80° С ?
- 4.3.4. * На сколько Кельвин надо нагреть воздух при постоянном давлении, чтобы его объем увеличился в два раза? Начальная температура воздуха 17° С .
- 4.3.5. * Газ изотермически сжимают от объема $0,15 \text{ м}^3$ до объема $0,1 \text{ м}^3$. При этом давление повысилось на $0,15 \text{ МПа}$. Определить начальное давление газа.
- 4.3.6. * Газ нагрели на 1 К при постоянном объеме. Давление газа при этом увеличилось на 0,4%. Какова начальная температура газа?
- 4.3.7. * Газ нагрели на 100 К при постоянном объеме. Давление газа при этом увеличилось в 1,5 раза. Найти начальную температуру газа.
- 4.3.8. * В закрытом сосуде находится идеальный газ. Во сколько раз изменится его давление, если средняя квадратичная скорость его молекул увеличится на 20%?

- 4.3.9. Во сколько раз изменяется плотность идеального газа при изохорном охлаждении от 600 до 300 К ?
- 4.3.10. В процессе изобарного нагревания газа его объем увеличился в 2 раза. На сколько нагрели газ, если его начальная температура равна 273°C ?
- 4.3.11. Сосуд объемом 12 м^3 , содержащий газ под давлением 400 кПа, соединяют с пустым сосудом объемом 3 м^3 . Найти конечное значение давления при изотермическом процессе.
- 4.3.12. Сосуд, содержащий 10 л воздуха при давлении 1 МПа, соединяют с пустым сосудом вместимостью 4 л. Найти давление, установившееся в сосудах, считая температуру постоянной.
- 4.3.13. Резиновая камера содержит воздух под давлением 104 кПа. Камеру сжимают так, что ее объем уменьшается на 0,4 от первоначального значения. Найти конечное давление, если температура была постоянной.
- 4.3.14. До какой температуры нужно нагреть воздух, взятый при 20°C , чтобы его объем удвоился, если давление останется постоянным ?
- 4.3.15. Объем некоторой массы газа при изобарном нагревании на 10 К увеличился на 0,025 от своего первоначального объема. Определить первоначальную температуру газа.
- 4.3.16. *Даны две изохоры для одной и той же массы идеального газа. Чему равно соотношение плотностей газа в первом и втором случаях, если $\alpha_1 = 60^{\circ}$, $\alpha_2 = 45^{\circ}$?



- 4.3.17. Газ сжат изотермически от 8 до 6 л. Давление при этом возросло на 4 кПа. Каким было первоначальное давление ?
- 4.3.18. В сосуде объемом 1 л при температуре 183°C находится $1,62 \cdot 10^{22}$ молекул газа. Каково будет давление газа, если объем сосуда изотермически увеличить в 5 раз ?
- 4.3.19. В цилиндре под поршнем изотермически сжимают 9 г водяного пара при температуре 11°C . При каком объеме пар начнет конденсироваться, если плотность насыщенного пара при этой температуре 10 г/м^3 ?
- 4.3.20. Во сколько раз изменится плотность идеального газа при температуре 300 К и давлении 100 кПа, если его изохорически нагреть до 600 К ?
- 4.3.21. При 27°C газ занимает объем 10 л. До какой температуры его следует изобарно охладить, чтобы объем уменьшился на 0,25 первоначального объема ?
- 4.3.22. Продукты сгорания газа охлаждаются в газоходе с 1000 до 300°C . Определить, во сколько раз уменьшится их объем при этом, если считать, что процесс охлаждения продуктов сгорания газа происходит при неизменном давлении.
- 4.3.23. Газ занимает объем 8 л при температуре 300 К. Определите массу газа, если после изобарического нагревания его до температуры 900 К его плотность равна $0,6\text{ кг/м}^3$.
- 4.3.24. *Давление азота в электрической лампочке объемом 0,15 л равно 68 кПа. Сколько воды войдет в лампочку, если у нее отломить кончик под поверхностью воды ? Атмосферное давление нормальное.

- 4.3.25. *^{*} Бутылка с газом закрыта пробкой, площадь сечения которой $2,5 \text{ см}^2$. До какой температуры надо нагреть газ, чтобы пробка вылетела из бутылки, если удерживающая ее сила 12 Н ? Давление воздуха в бутылке равно атмосферному, а температура -3°С .
- 4.3.26. *^{*} В цилиндре под поршнем находится газ. Масса поршня $0,6 \text{ кг}$, его площадь 20 см^2 . С какой силой надо действовать на поршень, чтобы объем газа в цилиндре уменьшился вдвое? Температура газа не изменяется, атмосферное давление нормальное.
- 4.3.27. *^{*} Два сосуда объемом 2 и 4 л , заполненные одинаковым газом, соединены трубкой с краном. При закрытом кране давление газа в первом сосуде 400 кПа , а во втором – 200 кПа . На сколько изменится масса газа в первом сосуде после открытия крана, если первоначально она была 18 г и процесс изотермический?
- 4.3.28. *^{*} В цилиндре под поршнем находится воздух. Вес поршня 60 Н , площадь сечения цилиндра 20 см^2 , атмосферное давление 100 кПа . Груз какой массы надо положить на поршень, чтобы объем воздуха в цилиндре уменьшился в два раза при постоянной температуре?
- 4.3.29. *^{*} В цилиндре под поршнем находится вода массой 35 мг и пар массой 25 мг при температуре 27°С . Газ изотермически расширяется. При каком объеме вода в цилиндре полностью испарится, если давление насыщенного пара при этой температуре $3,56 \text{ кПа}$?
- 4.3.30. *^{*} Баллон, наполненный воздухом при температуре 273 К и атмосферном давлении 100 кПа , закрыт клапаном, поверхность которого 10 см^2 , а вес 20 Н . До какой температуры следует нагреть воздух в баллоне, чтобы он открыл клапан?
- 4.3.31. *^{*} В цилиндре под поршнем находится воздух при давлении $0,2 \text{ МПа}$ и температуре 27°С . Какой массы груз нужно положить на поршень после нагревания воздуха в цилиндре до 50°С , чтобы объем воздуха был равен первоначальному? Площадь поршня 30 см^2 .
- 4.3.32. *^{*} Один конец цилиндрической трубки, длина которой 25 см и радиус 1 см , закрыт пробкой, а в другой вставлен поршень, который медленно вдвигают в трубку. Когда поршень подвинется на 8 см , пробка вылетит. Считая температуру постоянной, найти силу трения пробки о стенку трубки в момент вылета пробки. Атмосферное давление нормальное.
- 4.3.33. *^{*} Расположенная горизонтально, запаянная с обоих концов стеклянная трубка разделена столбиком ртути на две равные части. Длина каждого столбика воздуха 20 см . Давление нормальное. Если трубку повернуть вертикально, ртутный столбик опустится на 2 см . Определить длину столбика ртути.
- 4.3.34. *^{*} В вертикальном закрытом цилиндре находится подвижный поршень, по обе стороны которого находится по одному молю гелия. При равновесии при температуре 320 К объем гелия над поршнем в 4 раза больше объема под поршнем. При какой абсолютной температуре отношение объемов станет равным трем?
- 4.3.35. *^{*} Открытую стеклянную трубку длиной 1 м наполовину погружают в ртуть. Затем трубку закрывают пальцем и вынимают. Какой длины столбик ртути останется в трубке? Атмосферное давление равно 750 мм рт.ст.

- 4.3.36. * В стеклянной трубке находится столбик ртути длиной 10 см. Когда трубка расположена вертикально открытым концом вверх, длина воздушного столба в закрытом конце 8 см. Какой будет длина воздушного столба, если трубку повернуть открытым концом вниз? Атмосферное давление 98,6 кПа, считать, что ртуть не вытекает.
- 4.3.37. * Посередине откачанной и запаянной с обоих концов горизонтально расположенной трубки длиной 1 м находится столбик ртути длиной 20 см. Если трубку поставить вертикально, столбик ртути сместится на расстояние 10 см. До какого давления была откачана трубка?
- 4.3.38. * Открытую с обеих сторон стеклянную трубку длиной 60 см опускают в сосуд с ртутью на $1/3$ длины. Затем, закрыв верхний конец трубки, вынимают ее из ртути. Какова длина оставшегося в трубке столбика ртути, если атмосферное давление нормальное?
- 4.3.39. * В трубке длиной 1,73 м, заполненной газом, находится столбик ртути длиной 30 мм. Когда трубка расположена вертикально, ртуть делит трубку на две равные части. Давление газа над ртутью 8 кПа. На какое расстояние сдвинется ртуть, если трубку положить горизонтально?
- 4.3.40. * В каком из изображенных на рисунке процессов, проведенных с постоянной массой идеального газа, температура газа достигает наибольшей величины? Кривая 2-1-6 описывается уравнением $PV = \text{const}$.
-
- 4.3.41. * Горизонтально расположенный закрытый цилиндрический сосуд с гладкими стенками разделен тонким подвижным теплопроводящим поршнем на две части, в которых находятся равные массы различных идеальных газов: в одной части газ с молярной массой μ_1 , в другой — с молярной массой μ_2 . Какую часть объема сосуда занимает газ с молярной массой μ_1 при равновесном положении поршня?
- 4.3.42. * На рисунке изображены гиперболы для трех идеальных газов с одинаковыми массами и различными молярными массами (μ_1 , μ_2 , μ_3), находящихся при одинаковой температуре. Каково соотношение между молярными массами этих газов?
-
- 4.3.43. * На рисунке (см. пред. зад.) изображены гиперболы для трех идеальных газов с разными массами (m_1 , m_2 , m_3) и одинаковой молярной массой, находящихся при одинаковой температуре. Каково соотношение между массами этих газов?
- 4.3.44. * Постоянную массу идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 3, как показано на рисунке. В состоянии 1 температура газа была равна 600 К. Чему равна температура в состоянии 3?
-

- 4.3.45. Горизонтально расположенный закрытый цилиндрический сосуд длины 0,6 м с гладкими стенками, разделенный на две части легким теплонепроницаемым поршнем, заполнен идеальным газом. В начальный момент объем левой части сосуда вдвое больше объема правой, а температура газа в обеих частях одинакова. На сколько переместится поршень, если температуру газа в правой части увеличить вдвое, а в левой поддерживать постоянной?
- 4.3.46. * Температура воздуха в комнате повысилась от 17 до 27°С при неизменном давлении. Как изменилось число молекул в комнате?
- 4.3.47. Газ при 27°С занимает объем V . До какой температуры газ следует изобарно охладить, чтобы его объем стал $0,75 V$?
- 4.3.48. Баллон, содержащий 12 л кислорода при давлении 1 МПа, соединяют с пустым баллоном вместимости 3 л. Какое установится давление в процессе изотермического расширения газа?
- 4.4. 4.4. Влажность
- 4.4.1. Определите относительную влажность воздуха при температуре 18°С, если точка росы равна 9°С. Давление насыщенного пара при температуре 9°С равно 1147 Па, при температуре 18°С равно 2066 Па.
- 4.4.2. Определите давление водяных паров в воздухе при температуре 20°С и относительной влажности 55%. Давление насыщенных паров при этой температуре 2,33 кПа.
- 4.4.3. 5 м³ воздуха при температуре 25°С содержат 86,5 г водяного пара. Определить абсолютную влажность воздуха.
- 4.4.4. Определить абсолютную влажность воздуха при температуре 37°С, если давление насыщающего водяного пара при этой температуре 5,95 кПа, а относительная влажность 81 %.
- 4.4.5. В 6 м³ воздуха с температурой 19°С содержится 51,3 г водяного пара. Определите абсолютную влажность воздуха. Плотность насыщенного пара при 19°С равна 16,3 г/м³.
- 4.4.6. В 10 м³ воздуха с температурой 19°С содержится 71,3 г водяного пара. Определите относительную влажность воздуха. Плотность насыщенного пара при 19°С равна 16,3 г/м³.
- 4.4.7. В комнате объемом 120 м³ при температуре 15°С относительная влажность составляет 60%. Определите массу водяных паров в воздухе комнаты, если давление насыщенного пара для этой температуры 12,79 мм рт. ст.
- 4.4.8. Найти массу водяного пара, содержащегося в спортивном зале объемом 1100 м³, при температуре 30°С, если относительная влажность воздуха 80%. Плотность насыщенных паров при этой температуре 30,3 г/м³.
- 4.4.9. В комнате объемом 200 м³ относительная влажность воздуха при 20°С равна 70%. Определите массу водяных паров в воздухе комнаты, если плотность насыщенного пара при 20°С равна 17,3 г/м³.

4.4.10.	При температуре 22°C относительная влажность воздуха равна 60%. Найти относительную влажность при понижении температуры до 16°C . Давление насыщенного пара при 22°C равно 2,639 кПа, а при 16°C – 1,813 кПа.
4.4.11.	В комнате размером $10 \times 5 \times 3 \text{ м}^3$ поддерживается температура 293 К, а точка росы 283 К. Определите массу водяных паров, содержащихся в комнате. Плотность насыщенных паров $9,4 \text{ г/м}^3$ при 283 К и $17,3 \text{ г/м}^3$ – при 293 К.
4.4.12.	В цистерне объемом 10 м^3 находится воздух с относительной влажностью 70 % при температуре 22°C . Оцените число молекул водяного пара в комнате. Давление насыщенных паров воды при температуре 22°C равно 22 мм рт. ст.
4.4.13.	Воздух в помещении имеет температуру 24°C и относительную влажность 50%. Определите влажность воздуха после его охлаждения до 20°C . Охлаждение считать изохорическим. Давление насыщенного водяного пара при 20°C – 2330 Па, при 24°C – 2943 Па.
4.4.14.	Найти массу водяных паров в 1 м^3 воздуха при нормальном атмосферном давлении, температуре 25°C и относительной влажности 60%. Давление насыщенного пара при 25°C равно 3167 Па.
4.4.15.	Давление водяного пара в воздухе на 40% ниже давления насыщенных водяных паров при этой же температуре. Чему равна относительная влажность воздуха?
4.4.16.	[*] В сосуде объемом 100 л при 27°C находится воздух с относительной влажностью 30 %. Какой станет относительная влажность, если в сосуд внесли 1 г воды? Давление насыщенных паров воды при 27°C – 3,55 кПа.
4.4.17.	[*] Влажность в комнате объемом 520 м^3 при температуре 25°C равна 90%. Какое количество воды надо удалить из комнаты, чтобы уменьшить влажность до 50%? Плотность насыщенного пара при 25°C – 23 г/м^3 .
4.4.18.	[*] Сколько надо испарить воды в 1000 м^3 воздуха, относительная влажность которого 40 % при 283 К, чтобы увлажнить его до 60% при 290 К. Плотность насыщенных паров при указанных температурах равна 9,4 и $14,5 \text{ г/м}^3$, соответственно.
4.4.19.	[*] В комнате объемом 60 м^3 при температуре 18°C относительная влажность воздуха 50%. Сколько воды надо испарить, чтобы пар в комнате стал насыщенным? При 18°C давление насыщенного пара 2063 Па.
5.	5. ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ
5.1.	5.1. Изменение внутренней энергии тела при теплообмене. Теплота сгорания топлива
5.1.1.	Тело нагрелось на 5 К, поглотив 10 кДж теплоты. Чему равна его теплоемкость?
5.1.2.	На сколько градусов нагреется вода массой 0,5 кг, если ей сообщить 16,8 кДж тепла?
5.1.3.	Сколько тепла выделится при сгорании 2 кг бензина?

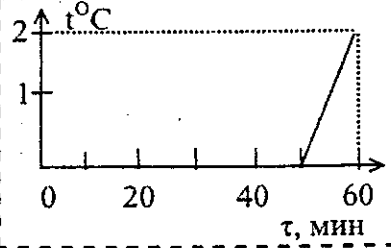
- 5.1.4. На сколько увеличилась внутренняя энергия 1 кг воды при нагревании ее на 2 К?
- 5.1.5. Сколько тепла было передано льдинке массой 50 г, если она нагрелась на 3 К?
- 5.1.6. Какая установится температура воды после смешивания 39 л воды при 20°C и 21 л при 60°C ?
- 5.1.7. Железный стержень массой 5 кг, нагретый до 550°C , опускается в воду. Сколько теплоты ежесекундно теряет стержень, если за 10 мин он остывает до 45°C ?
- 5.1.8. Сколько литров воды при 100°C нужно добавить к воде при 20°C , чтобы получить 300 л воды при 40°C ?
- 5.1.9. В стакане было 50 г воды при температуре 20°C . В него долили 100 г воды при температуре 80°C . Какой стала температура воды в стакане?
- 5.1.10. Реактивный самолет пролетает с постоянной скоростью 250 м/с путь 1800 км, затрачивая на это горючее массой 4 т. Мощность двигателя самолета равна 5,9 МВт, КПД двигателя – 23%. Какова теплотворная способность применяемого горючего?
- 5.1.11. Гусеничный трактор развивает номинальную мощность 60 кВт и при этой мощности расходует в среднем в час 18 кг дизельного топлива. Найти КПД его двигателя. Удельная теплота сгорания дизельного топлива 42 МДж/кг.
- 5.1.12. В стакане имеется 250 г воды при температуре 80°C . На сколько понизится температура воды, если в нее опустить серебряную ложку массой 50 г при температуре 293 К?
- 5.1.13. Воду массой 4,65 кг, взятую при температуре 286 К, нагревают до 308 К погружением куска железа с температурой 773 К. Найти массу куска железа. Теплообменом с окружающими телами и испарением пренебречь.
- 5.1.14. Определить удельную теплоемкость трансформаторного масла, если для нагревания 5 т масла от 70°C до 75°C требуется 50,6 МДж количества теплоты.
- 5.1.15. Тепловая нагрузка горелки водонагревателя равна 25 МДж/ч, вместимость бака 80 литров, КПД составляет 80%. Сколько времени потребуется для нагревания воды в баке водонагревателя от 25°C до 90°C ?
- 5.1.16. В электрическом чайнике мощностью 800 Вт можно вскипятить 1,6 л воды, имеющей температуру 20°C , за 20 мин. Найти КПД чайника.
- 5.1.17. Для закалки стальную деталь нагретую до 1073 К массой 0,5 кг опустили в воду массой 10 кг при температуре 288 К. До какой температуры охладится стальная деталь?
- 5.1.18. Мощность, развиваемая двигателем самолета на скорости 900 км/ч, равна 3 МВт. При этом на пути 10 км расходуется 8 кг бензина. Найти КПД двигателя.
- 5.1.19. Определите расход бензина автомобилем на 1 км пути при скорости 72 км/ч. Мощность двигателя автомобиля 20 кВт, КПД равен 25%.
- 5.1.20. Горячее тело, температура которого 70°C , приведено в соприкосновение с холодным телом, температура которого 20°C . В тепловом равновесии установилась температура 30°C . Во сколько раз теплоемкость холодного тела больше теплоемкости горячего?

- 5.1.21. Для экономии энергии стальной бак массой 4 кг заменили стальной сеткой массой 1,5 кг и загрузили в термическую печь. На сколько меньше теплоты потребуется для ее нагревания от 18 до 918⁰С ?
- 5.1.22. Смешали 24 кг цемента при температуре 5⁰С с 30 л воды при температуре 35⁰С. Определить температуру раствора. Потерями пренебречь. Удельная теплоемкость цемента – 830 Дж/(кг·К).
- 5.1.23. Для приготовления ванны необходимо смешать холодную воду при 11⁰С и горячую – при 66⁰С. Какое количество горячей воды надо взять для получения 110 л воды при 36⁰С ?
- 5.1.24. Автомобиль расходует 5,67 кг бензина на 50 км пути. Определить мощность, развиваемую двигателями, если скорость движения 90 км/ч, а КПД двигателя 22%.
- 5.1.25. Алюминиевый сосуд содержит 118 г воды при температуре 20⁰С. Кусок железа массой 0,2 кг, нагретый до 75⁰С, опускают в сосуд. Найти установившуюся температуру, если теплоемкость сосуда 0,18 кДж/К.
- 5.1.26. Автомобиль, движущийся со средней скоростью 72 км/ч, развивает силу тяги 2500 Н. Коэффициент полезного действия двигателя автомобиля равен 25 %. Сколько он тратит бензина в час ?
- 5.1.27. Определить КПД нагревателя, расходующего 80 г керосина на нагревание 3 л воды на 90 К.
- 5.1.28. На спиртовке нагревали воду массой 100 г от 16 до 71⁰С. При этом был сожжен спирт массой 10 г. Найти коэффициент полезного действия спиртовки.
- 5.1.29. Медное тело, нагретое до 100⁰С, опущено в воду, масса которой равна массе тела. Тепловое равновесие наступило при температуре 30⁰С. Определите первоначальную температуру воды.
- 5.1.30. На сколько километров пути хватит 40 л бензина автомобилю, движущемуся со скоростью 54 км/ч ? Мощность, развиваемая двигателем автомобиля, 46 кВт, а КПД 25 %.
- 5.1.31. В ванне находится 400 л воды при температуре 30⁰С. Из крана вытекает горячая вода при 60⁰С. На какое время надо открыть кран, чтобы установилась температура 35⁰С, если за одну минуту из крана вытекает 10 л воды ?
- 5.1.32. Чтобы нагреть 1,8 кг воды от 18⁰С до кипения на горелке с КПД 25%, потребовалось 92 г горючего. Найти удельную теплоту сгорания горючего.
- 5.1.33. У какого из тел теплоемкость больше и во сколько раз: у куска свинца массой 1 кг или у куска железа массой 500 г ?
- 5.1.34. Для определения удельной теплоемкости 0,15 кг вещества, взятого при температуре 100⁰С, опустили в латунный калориметр массой 0,12 кг, содержащий 0,2 кг воды при 16⁰С, причем общая температура установилась 22⁰С. Определить удельную теплоемкость вещества по данным опыта.
- 5.1.35. Сколько керосина необходимо сжечь, чтобы 50 л воды нагреть от 20⁰С до кипения ? КПД нагревателя 35%.
- 5.1.36. * На зажженную спиртовку с КПД 60% поставили сосуд с 500 г воды при 20⁰С. Через какое время выкипит 20 г воды, если в спиртовке за минуту сгорает 4 г спирта ?

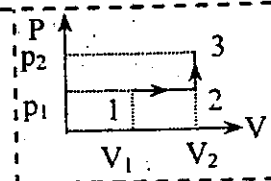
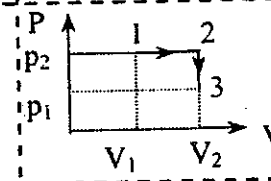
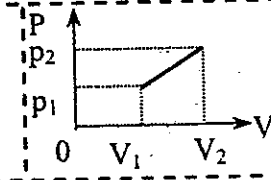
- 5.1.37. * Какое количество керосина потребовалось бы сжечь, чтобы вывести спутник массой 1000 кг на круговую орбиту вблизи поверхности Земли, если принять, что сопротивление воздуха равно нулю, а КПД двигателя равен 30 % ?
- 5.1.38. * Какую массу керосина потребовалось бы сжечь, чтобы вывести спутник массой 1000 кг на круговую орбиту вблизи поверхности Земли, если все количество теплоты превращается в работу ?
- 5.1.39. * В стеклянный сосуд массой 120 г, имеющий температуру 20°C , налили горячую воду, масса которой 200 г и температура 100°C . Спустя 5 мин температура сосуда с водой стала равна 40°C . Какое количество теплоты терялось в единицу времени, если скорость охлаждения постоянна ? Теплоемкость сосуда $840 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$.
- 5.1.40. * В батарею водяного отопления вода поступает при 80°C по трубе площадью поперечного сечения 500 мм^2 со скоростью $1,2 \text{ см}/\text{с}$, а выходит из батареи, имея температуру 25°C . Какое количество теплоты получает отапливаемое помещение за сутки ?
- 5.1.41. * Газовая нагревательная колонка потребляет $1,8 \text{ м}^3$ метана (CH_4) в час. Найти температуру воды, вытекающей из нее, если струя имеет скорость $0,5 \text{ м}/\text{с}$ и диаметр 1 см, начальная температура воды и газа 11°C , теплотворная способность метана $55 \text{ кДж}/\text{г}$. Газ в трубе находится под давлением 120 кПа. КПД нагревателя 60%.
- 5.1.42. * Какую массу керосина нужно сжечь, чтобы вывести спутник массой 1000 кг на круговую орбиту вблизи поверхности Земли, если КПД двигателя 23% ?
- 5.1.43. * Некоторая установка, выделяющая мощность 30 кВт, охлаждается проточной водой, текущей по спиральной трубке диаметром 15 мм. При установившемся режиме проточная вода нагревается на 15°C . Определить скорость воды, предполагая, что вся выделяемая мощность установки идет на нагрев воды.
- 5.1.44. * Теплоизолированный сосуд разделен на две части перегородкой, не проводящей тепла. В одной части находится 2 кг воды с температурой T_1 . Вторая часть заполнена жидкостью массой 2,1 кг и температурой T_2 . Если перегородку убрать, то температура смеси $T = (T_1 + T_2)/2$. Найти удельную теплоемкость неизвестной жидкости.
- 5.1.45. * Ванну емкостью 100 литров необходимо полностью заполнить водой, имеющей температуру 30°C , используя воду с температурой 80°C и лед с температурой, равной -20°C . Найти массу льда, который необходимо положить в ванну.
- 5.1.46. * В калориметр налили 500 г воды, имеющей температуру 40°C , и положили кусок льда массы 100 г, имеющий температуру -10°C . Найти температуру содержимого калориметра после установления теплового равновесия. Теплоемкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.
- 5.1.47. * В сосуд, содержащий 1 кг льда при температуре 0°C , влили 330 г воды при температуре 50°C . Если пренебречь потерями теплоты и теплоемкостью сосуда, то после смешения какая масса льда в твердом состоянии останется в сосуде ?

- 5.1.48. Слой льда толщиной 4,2 см имеет температуру 0°C . Какова минимальная толщина слоя воды при температуре 306 К, которую нужно налить на лед, чтобы он весь растаял?
- 5.1.49. * В калориметр, содержащий 100 г льда, при температуре 0°C налили 150 г воды, имеющей температуру 50°C . Теплоемкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь. Найти температуру после установления теплового равновесия.
- 5.2. 5.2. Фазовые переходы
- 5.2.1. Сколько требуется энергии для испарения 4 кг воды, взятой при температуре кипения?
- 5.2.2. Из 450 г водяного пара с температурой 373 К образовалась вода. Сколько теплоты при этом выделилось?
- 5.2.3. Сколько тепла выделится при конденсации 10 г пара и охлаждении получившейся воды до 60°C ?
- 5.2.4. Монету из вещества с плотностью 9000 кг/м^3 и удельной теплоемкостью $0,22\text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$ положили на тающий лед. Какую минимальную температуру имела монета, если она полностью погрузилась в лед?
- 5.2.5. На сколько возрастет потенциальная энергия взаимодействия между молекулами при превращении 2 кг льда в воду при температуре плавления льда?
- 5.2.6. Кусок свинца массой 1,6 кг расплавился наполовину при сообщении ему количества теплоты 54,5 кДж. Какова была начальная температура свинца?
- 5.2.7. * В теплоизолированном сосуде находится вода при 273 К. Выкачивая из сосуда воздух, добились того, что при интенсивном испарении части воды остальная часть ее обратилась в лед - определить, какая. Удельная теплота парообразования при 273 К – 2,5 МДж/кг.
- 5.2.8. На нагревание 5 кг воды от 303 К до кипения и на обращение в пар при температуре кипения некоторой ее массы затрачено 2,81 МДж теплоты. Определить массу образовавшегося пара.
- 5.2.9. Сколько было затрачено бензина в нагревателе с КПД 32 %, если с его помощью 4 кг воды были нагреты на 100°C и при этом 3 % ее обратилось в пар?
- 5.2.10. При охлаждении 40 кг жидкого олова, взятого при температуре плавления 505 К, выделилось 4,62 МДж теплоты. Определить конечную температуру этого олова после охлаждения.
- 5.2.11. Нагретый алюминиевый куб положили на лед, и он полностью погрузился в лед. До какой температуры был нагрет куб? Температура льда 0°C , потерями тепла пренебречь.
- 5.2.12. Водяной пар массой 200 кг при температуре 100°C пропустили через воду при температуре 20°C . Масса воды 4000 кг. До какой температуры нагрелась вода?
- 5.2.13. * Комок мокрого снега массой 0,3 кг поместили в 1,2 л воды при температуре 21°C . После того как весь лед растаял, температура воды понизилась до 6°C . Сколько воды содержалось в комке снега?
- 5.2.14. * В калориметре находится 1 кг льда при -40°C . В него впускают 1 кг пара при 120°C . Определите установившуюся температуру, если теплоемкость пара $2,2\text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$.

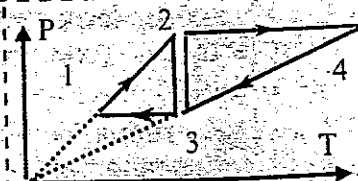
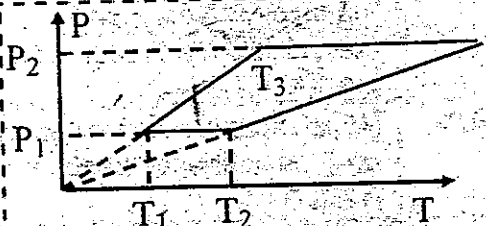
- 5.2.15. *! Под невесомым поршнем в цилиндре находится 1 кг воды при температуре 0°C . В воду опускают кусок железа массой 1 кг, нагретый до 1100°C . На какую высоту поднимется поршень. Атмосферное давление 100 кПа, площадь поршня 1000 см^2 . Теплоотдачей и теплоемкостью цилиндра пренебречь.
- 5.2.16. *! Сколько энергии нужно затратить, чтобы 6 кг льда при -20°C обратить в пар с температурой 100°C ?
- 5.2.17. *! В сосуд, содержащий 10 кг льда при 0°C , влили 3 кг воды при 90°C . Какая установится температура в сосуде ?
- 5.2.18. *! В теплоизолированный сосуд малой теплоемкости налили 0,4 кг воды при 293 К и положили 0,1 кг льда при температуре 256 К. Сколько воды будет в калориметре после установления теплового равновесия ?
- 5.2.19. *! В холодильник, потребляющий мощность 200 Вт, поместили воду массой 2 кг при температуре 20°C . Через 30 мин вся вода превратилась в лед. Какое количество теплоты выделилось при этом в комнате ?
- 5.2.20. *! Через воду, имеющую температуру 10°C , пропускают водяной пар при 100°C . Сколько процентов составит масса воды, образовавшейся из пара, от массы всей воды в сосуде в момент, когда ее температура равна 50°C ?
- 5.2.21. *! Струя стоградусного водяного пара направляется на кусок льда массой 10 кг с температурой 0°C . Какая установится температура после того, как лед растает, если масса израсходованного пара 2 кг ?
- 5.2.22. *! В 5 кг воды, температура которой 288 К, опущен 1 кг льда с температурой 270 К. Какая установится температура после теплообмена ?
- 5.2.23. *! В литр воды при 20°C бросили комок мокрого снега массой 250 г. Когда весь снег растаял, то общая температура стала равной 5°C . Определить количество воды в комке снега.
- 5.2.24. *! Колба, теплоемкостью которой можно пренебречь, содержит 600 г воды при 80°C . Какое количество льда при температуре -15°C нужно добавить в воду, чтобы окончательная температура смеси была 50°C ?
- 5.2.25. *! На электрической плитке мощностью 600 Вт находится чайник с двумя литрами воды. Как долго была включена плитка, если вода и чайник нагрелись от 20 до 100°C и 50 г воды испарилось ? КПД плитки 80 %, теплоемкость чайника 500 Дж/К.
- 5.2.26. *! В условиях Севера пресную воду получают из снега. Сколько дров нужно израсходовать, чтобы 1500 кг снега, взятого при температуре -10°C , обратить в воду с температурой 5°C ? КПД установки 30%. Удельная теплота сгорания дров равна 10 МДж/кг.
- 5.2.27. *! Тающий лед массой 0,5 кг погрузили в калориметр с 0,3 кг воды при температуре 80°C . Определить установившуюся температуру.
- 5.2.28. *! При замораживании некоторого вещества в холодильнике потребовалось 4 мин для того, чтобы охладить его жидкость от 4 до 0°C , и еще 1ч 40 мин, чтобы превратить ее в кристалл. Определить удельную теплоту плавления этого вещества, если его теплоемкость в жидком состоянии 4200 кДж/кг·К.

- 5.2.29. * В ведре находится смесь воды со льдом массой $m = 10$ кг. Ведро внесли в комнату и сразу же начали измерять температуру смеси. Получившаяся зависимость температуры смеси от времени изображена на рисунке. Определить массу льда в ведре в момент внесения его в комнату.
- 
- 5.2.30. * В сосуд с водой объемом 0,25 л при 20°C поместили 50 г расплавленного свинца с температурой 400°C . Какая температура установится в результате теплообмена в сосуде? Удельные теплоемкости расплава и твердого свинца считать одинаковыми.
- 5.2.31. * В сосуд, содержащий 2,3 кг воды при 20°C , бросают кусок стали, который передает воде 4,6 МДж энергии. Найдите массу воды, обратившейся в пар. Теплоемкостью сосуда пренебречь.
- 5.2.32. * Калориметр содержит 250 г воды при температуре 15°C . В воду бросили 20 г мокрого снега. В результате температура в калориметре понизилась на 5°C . Сколько воды было в снеге?
- 5.2.33. * В калориметр теплоемкостью 1254 Дж/К бросили 30 г мокрого снега, т.е. смеси снега с водой. Сколько было там собственно снега, если температура в калориметре понизилась от 24 до 16°C .
- 5.2.34. * Сосуд, содержащий воду, внесли в теплую комнату, причем за 15 мин температура воды повысилась на 4°C . Сколько нужно времени, чтобы в этой комнате растаял лед той же массы, что и вода?
- 5.2.35. * Алюминиевый чайник массой 0,4 кг, в котором находится 2 кг воды при 10°C , помещают на газовую горелку с КПД 40%. Какова мощность горелки, если через 10 мин вода закипела, причем 20 г воды выкипело?
- 5.2.36. * В латунный калориметр массы 0,3 кг, содержащий 1 кг воды при 18°C , опускается кусок льда, взятый при температуре -8°C . После того как весь лед растаял, температура воды стала равной 10°C . Найти массу опущенного в воду льда.
- 5.2.37. * В калориметр, содержащий 1,5 кг воды при 20°C , положили 1 кг льда, имеющего температуру -10°C . Какая температура установится в калориметре?
- 5.2.38. * В сосуд с водой объемом 0,25 л при 20°C поместили 50 г расплавленного свинца с температурой 350°C . Какая температура установится в результате теплообмена в сосуде? Удельные теплоемкости расплава и твердого свинца считать одинаковыми.
- 5.3. 5.3. Изменение внутренней энергии тела при совершении работы
- 5.3.1. * Стальной шар падает с высоты 15 м. При ударе о землю вся накопленная им энергия превращается в тепло. На сколько градусов повысится температура шара?
- 5.3.2. * Многократное перегибание алюминиевой проволоки массой 2 г нагревает ее на 40°C . Какая была совершена работа, если только 30% ее пошло на нагревание проволоки?

- 5.3.3. На сколько температура воды у основания водопада с высотой 20 м больше чем у вершины ? Считать, что вся механическая энергия идет на нагревание воды.
- 5.3.4. С какой скоростью должна лететь свинцовая пуля, чтобы при ударе о препятствие она расплавилась, если ее начальная температура 27°C ?
- 5.3.5. При трении двух тел, теплоемкости которых по 800 Дж/К, температура через 1 мин повысилась на 30 К. Найти среднюю мощность при трении.
- 5.3.6. Найти высоту, на которой потенциальная энергия груза массой 1000 кг равна количеству теплоты, выделяющейся при замерзании 0,1 кг воды, взятой при температуре плавления.
- 5.3.7. Чему равна высота водопада, если температура воды у его основания на $0,05^{\circ}\text{C}$ больше, чем у вершины ? Считайте, что вся механическая энергия идет на нагревание воды.
- 5.3.8. С какой высоты упал свинцовый шар, если при падении изменение его температуры составило $1,5^{\circ}\text{C}$, удар абсолютно неупругий, а на нагревание пошло 40% начальной энергии шара ?
- 5.3.9. * Две одинаковых льдинки летят навстречу друг другу с одинаковыми скоростями и при ударе превращаются в пар. При какой минимальной скорости льдинок это возможно ? Температура льдинок перед ударом -12°C .
- 5.3.10. Вода падает с высоты 60 м. На сколько температура воды внизу водопада выше, чем наверху ? Считать, что на нагревание воды идет 70% всей работы, совершаемой при падении.
- 5.3.11. С какой скоростью должна лететь льдинка при 0°C , чтобы при резком торможении она расплавилась ? На плавление льдинки идет 50 % ее кинетической энергии.
- 5.3.12. * Снежок, летящий со скоростью 20 м/с, ударяется в стену. Какая часть его расплавится, если температура окружающей среды 0°C , а вся кинетическая энергия превращается во внутреннюю ?
- 5.3.13. Стальной шар, падая свободно, достиг скорости 41 м/с и, ударившись о землю, подскочил на высоту 1,6 м. Определите изменение температуры шара при ударе, считая, что при ударе меняется только внутренняя энергия шара. Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 5.3.14. * Свинцовая пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 100 м/с, попадает в деревянный брусок массой 1 кг, подвешенный на длинной нити. На сколько градусов нагрелась пуля, если 70 % выделенной при ударе теплоты пошло на ее нагревание ?
- 5.3.15. * Свинцовая пуля, летящая со скоростью 430 м/с, пробивает стену, причем скорость ее уменьшается до 200 м/с. Какая часть пули при этом расплавится ? Начальная температура пули 50°C , на нагревание пули затрачивается 50% потерянной кинетической энергии.
- 5.3.16. * При выстреле вертикально вверх свинцовая пуля ударила о неупругое тело и расплавилась. На какой высоте произошло это столкновение, если начальная скорость пули 510 м/с, а температура 27°C ? 50% выделившейся теплоты пошло на нагревание.

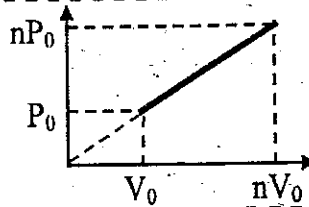
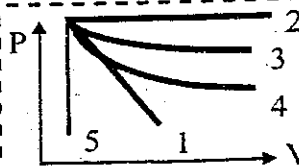
- 5.3.17. * Свинцовая пуля пробивает доску, при этом ее скорость падает с 400 до 200 м/с. Какая часть пули расплавится? Нагреванием доски пренебречь. Начальная температура пули 27°C .
- 5.3.18. * Свинцовая пуля, летящая горизонтально со скоростью 500 м/с, пробивает вертикальную доску на высоте 2 м над землей и нагревается на 200 К. На каком расстоянии от доски пуля упала на землю, если все выделившееся тепло пошло на нагревание пули?
- 5.3.19. С какой скоростью должна лететь свинцовая пуля, чтобы расплавиться при ударе о стену? Температура летящей пули 100°C . Считать, что все количество теплоты, выделившееся при ударе, пошло на нагревание и плавление пули.
- 5.3.20. Железный метеорит влетает в атмосферу Земли со скоростью $1,5 \cdot 10^3$ м/с, имея температуру 300 К. Если 80 % кинетической энергии метеорита при движении в атмосфере переходит в его внутреннюю энергию, то какая часть массы метеорита расплавится.
- 5.3.21. Сани массы 300 кг равномерно движутся по горизонтальной снежной поверхности. Температура снега равна 0°C , коэффициент трения полозьев саней о снег равен 0,033. Сколько снега расплавится под полозьями саней на пути в 1 км, если все количество теплоты от трения идет на плавление снега?
- 5.3.22. $V_1 = 2$ л, $V_2 = 3$ л, $p_1 = 400$ кПа, $p_2 = 600$ кПа. Найти работу газа, совершенную в процессе 1-2-3.
- 
- 5.3.23. $V_1 = 1,5$ л, $V_2 = 3,5$ л, $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, $p_2 = 5 \cdot 10^5$ Па. Найти работу газа в процессе 1-2-3.
- 
- 5.3.24. * $V_1 = 1$ л, $V_2 = 2$ л, $p_1 = 0,6 \cdot 10^5$ Па, $p_2 = 10^5$ Па. Найти работу газа в процессе 1-2.
- 
- 5.3.25. * Укажите, в каком из случаев работу внешних сил по изменению состояния идеального газа (из состояния 1 в состояние 2) можно вычислять по формуле $A = -p \cdot (V_2 - V_1)$, где p – давление, а V – объем газа.
- 5.4. 5.4. Внутренняя энергия идеального газа. Работа газа при изменении объема
- 5.4.1. Какова температура одноатомного идеального газа, если известно, что внутренняя энергия 2 моль составляет 54,2 кДж.
- 5.4.2. На сколько увеличится внутренняя энергия 1,5 моль гелия при нагревании на 40 К?
- 5.4.3. Газ, занимающий объем 6,6 л, расширяется при постоянном давлении 515 кПа до объема 33 л. Какая работа совершается газом?
- 5.4.4. При сжатии газа внешними силами была совершена работа 12 кДж. Какую работу при этом совершил газ?

- 5.4.5. Газ, занимающий объем 460 л при температуре 280 К, нагрели до 295 К. Найти работу, совершенную газом, если давление не менялось и было равно 999 кПа.
- 5.4.6. Углекислый газ массой 220 г имеет температуру 290 К. Определить работу газа при изобарном расширении от объема 2,4 до 7,2 дм³.
- 5.4.7. Определить работу, которую совершает газ при изобарном нагревании на 50⁰ С, если он занимал при 17⁰ С и давлении 10⁵ Па объем 0,75 м³.
- 5.4.8. Газ был нагрет изобарно от 285 до 360 К. Какую работу совершил при этом газ, если его начальное давление 0,19 МПа, а начальный объем 6 м³?
- 5.4.9. 160 г гелия нагревают от 50 до 60⁰С. Найти работу газа при постоянном давлении.
- 5.4.10. Рассчитайте внутреннюю энергию одноатомного идеального газа в количестве 3 моль при температуре 127⁰С.
- 5.4.11. Какую работу совершил гелий массой 40 г при его изобарном нагревании на 20 К?
- 5.4.12. На сколько изменится внутренняя энергия восьми молей идеального одноатомного газа при изобарном нагревании от 350 до 380 К?
- 5.4.13. Вычислить работу, которую совершают 2 моля идеального газа при изобарном нагревании на 1 К.
- 5.4.14. Каково давление одноатомного газа, занимающего объем 2 л, если его внутренняя энергия 300 Дж?
- 5.4.15. На сколько изменится давление идеального одноатомного газа, если его внутреннюю энергию увеличить на 78 Дж? Газ находится в баллоне емкостью 4,3 л.
- 5.4.16. Во сколько раз изменится внутренняя энергия идеального газа, если его давление и абсолютная температура увеличатся в 2 раза?
- 5.4.17. Внутренняя энергия одноатомного газа массой m при температуре T равна U . Сколько молекул содержит эта масса газа?
- 5.4.18. На сколько градусов надо нагреть газ, чтобы его объем увеличился вдвое по сравнению с объемом при 0⁰С?
- 5.4.19. Какая масса водорода находится в цилиндре под поршнем, если при изобарном нагревании от температуры 250 К до температуры 680 К газ произвел работу 400 Дж?
- 5.4.20. Один моль газа, имевший начальную температуру 300 К, изобарно расширился, совершив работу 1250 Дж. Во сколько раз при этом увеличился объем газа?
- 5.4.21. Какую работу совершил водород массой 3 г при изобарном нагревании на 100 К?
- 5.4.22. 19 м³ воздуха имеют температуру 50⁰С. Какую работу совершит воздух, расширяясь изобарно при давлении 200 кПа, если его нагреть на 17⁰С?
- 5.4.23. * В координатах давление – объем график процесса в идеальном одноатомном газе имеет вид прямой, соединяющей точки (0,8 л; 100 кПа) и (1 л; 80 кПа). Определить изменение внутренней энергии газа в ходе процесса. Масса газа постоянна.
- 5.4.24. Объем 120 г кислорода при изобарном нагревании увеличился в два раза. Определите работу при расширении. Начальная температура 292 К.

- 5.4.25. В цилиндре под тяжелым поршнем находится 20 г углекислого газа. Газ нагревается изобарно от 20°C до 108°C . Какую работу он при этом совершает?
- 5.4.26. На диаграмме T (температура) – V (объем) график процесса представляет собой прямую, соединяющую точки $(300\text{ К}; 0,1\text{ л})$, $(600\text{ К}; 0,2\text{ л})$. Определить работу одного моля идеального газа при расширении от 0,1 до 0,2 л.
- 5.4.27. Над идеальным газом проводят два замкнутых процесса. Какое соотношение между работами газа в этих процессах верное?
- 
- 5.4.28. Некоторая масса газа, занимающего объем $0,01\text{ м}^3$ находится при давлении $0,1\text{ МПа}$ и температуре 300 К . Газ нагревается вначале при постоянном объеме до 320 К , а затем при постоянном давлении до 350 К . Найти работу, совершаемую газом при переходе из начального состояния в конечное.
- 5.4.29. Кислород массой $0,3\text{ кг}$ при температуре 320 К охладил изохорно так, что его давление уменьшилось в 3 раза. Затем газ изобарно расширили до первоначальной температуры. Какую работу совершил газ?
- 5.4.30. Некоторое количество газа нагревается от температуры 300 до 400 К . При этом объем газа изменяется пропорционально температуре. Начальный объем газа 3 л . Давление в конце процесса 100 кПа . Какую работу совершил газ?
- 5.4.31. Газ изобарно увеличился в объеме в три раза при давлении 3000 кПа . Определить первоначальный объем газа, если для увеличения его объема потребовалось совершить работу $12,6\text{ кДж}$?
- 5.4.32. В цилиндре находится газ, удерживаемый в объеме 1 м^3 силой тяжести поршня и силой атмосферного давления. При нагревании объем газа возрастает в 2 раза, и газ совершает работу 110 кДж . Найти массу поршня, если его площадь $0,005\text{ м}^2$. $P_{\text{атм}} = 100\text{ кПа}$.
- 5.4.33. Газообразный водород массой 1 кг при начальной температуре 300 К охлаждают изохорически так, что его давление падает в 3 раза. Затем газ расширяют при постоянном давлении. Найти произведенную газом работу, если в конечном состоянии его температура оказалась равной первоначальной.
- 5.4.34. Определите работу, совершаемую одним молем газа за цикл, если $P_2/P_1 = 2$, $T_1 = 280\text{ К}$, $T_2 = 360\text{ К}$.
- 
- 5.4.35. В сосуде объемом 2 л находится гелий при давлении 100 кПа и температуре 200 К , а в сосуде объемом 5 л – неон при давлении 200 кПа и температуре 500 К . Определить температуру газа в сосудах после соединения их трубкой.

- 5.4.36. * Два одинаковых сосуда, содержащих одинаковое число молекул азота, соединены краном. В первом сосуде среднеквадратичная скорость молекул 300 м/с, во втором – 400 м/с. Чему будет равна среднеквадратичная скорость молекул после открывания крана и установления равновесия ?
- 5.4.37. * Два сосуда, содержащие одинаковое количество атомов гелия, соединены краном. В первом сосуде средняя скорость атомов равна 1 км/с, во втором – 2 км/с. Какой будет скорость, если кран открыть ?
- 5.4.38. * Два одинаковых сосуда, содержащие одинаковое число молекул азота, соединены краном. В первом сосуде средняя квадратичная скорость молекул равна 400 м/с, а во втором – 500 м/с. Какая установится температура, если открыть кран, соединяющий сосуды ?
- 5.4.39. * Два теплоизолированных сосуда соединены трубкой с закрытым краном. В первом сосуде находится 2 моля гелия при температуре 200 К, а во втором – 3 моля гелия при температуре 300 К. Кран открывают. Определить температуру в сосудах.
- 5.5. 5.5. Первый закон термодинамики. Тепловой двигатель**
- 5.5.1. * Газ при изотермическом расширении получил 10 кДж теплоты. Чему равна совершенная газом работа ?
- 5.5.2. * Какое количество теплоты получил гелий массой 1,6 г при изохорном нагревании на 120 К ?
- 5.5.3. * В адиабатическом процессе газ совершил работу 50 кДж. Чему равно приращение его внутренней энергии ?
- 5.5.4. * Сколько тепла получил газ, если известно, что для его сжатия была совершена работа 8 кДж, а приращение внутренней энергии составило 24,5 кДж ?
- 5.5.5. * При адиабатном расширении внутренняя энергия газа уменьшилась на 120 Дж. Какую работу совершил газ ?
- 5.5.6. * При изохорном нагревании 10 г неона его температура увеличилась на 205 К. Сколько тепла было передано газу ?
- 5.5.7. * Какое количество теплоты сообщили гелию массой 640 г при изобарном нагревании на 20 К ?
- 5.5.8. * Определить, какое количество теплоты надо сообщить неону массой 400 г, чтобы изохорно нагреть его на 10 К.
- 5.5.9. * Какой процесс произошел при сжатии идеального газа, если работа, совершаемая внешними силами над газом, равна изменению внутренней энергии газа ?
- 5.5.10. * При постоянном давлении 5 молям одноатомного газа сообщили теплоту 10 кДж. Определите изменение температуры газа.
- 5.5.11. * В закрытом сосуде объемом 2,5 л находится гелий при температуре 17⁰С и давлении, 15 кПа. Гелий охлаждают до 0⁰С. Вычислить количество отданного газом тепла.
- 5.5.12. * Один моль идеального газа, находящегося при температуре T_0 , нагревают. Какое количество теплоты нужно подвести к газу, чтобы изобарически увеличить его объем втрое ?
- 5.5.13. * Закрытый баллон емкостью 50 л содержит аргон под давлением 200 кПа. Каким будет давление газа, если ему сообщить 3 кДж теплоты ?

- 5.5.14. Криптон массой 1 г был нагрет на 100 К при постоянном давлении. Какое количество теплоты получил газ? Молярная масса криптона равна 84 г/моль.
- 5.5.15. При изобарном расширении газа на $0,5 \text{ м}^3$ ему было передано $0,26 \text{ МДж}$ теплоты. Рассчитать изменение внутренней энергии газа, если его давление 200 кПа.
- 5.5.16. В изотермическом процессе газ совершил работу 2 кДж. На сколько увеличится внутренняя энергия этого газа, если ему сообщить количество теплоты, втрое большее, чем в первом случае, а процесс проводить изохорически?
- 5.5.17. Какой график соответствует процессу, в котором температура газа изменяется только за счет его работы?
- 5.5.18. Количество теплоты, передаваемое газу, одинаково. В каком газовом процессе нагрев газа максимален?
- 5.5.19. Сколько молей одноатомного газа нагрели на 10 К, если количество подведенной теплоты равно 249 Дж? Процесс нагревания изохорический.
- 5.5.20. *Один моль одноатомного газа нагревается при постоянном объеме до температуры 280 К. Какое количество теплоты необходимо сообщить ему, чтобы давление увеличилось в 3 раза?
- 5.5.21. *При нагревании 1 кг неизвестного газа на 1 К при постоянном давлении требуется 912 Дж теплоты, а при нагревании при постоянном объеме – 649 Дж. Какова молярная масса этого газа?
- 5.5.22. *При изобарном расширении 40 г гелия его объем увеличили в два раза. Начальная температура газа 400 К. Определить количество теплоты, сообщенное этому газу.
- 5.5.23. *Идеальный одноатомный газ в количестве 5 моль сначала охлаждают при постоянном объеме от температуры 600 К до температуры 400 К, а затем продолжают охлаждать при постоянном давлении до температуры 300 К. Какое количество теплоты отводят при этом от газа?
- 5.5.24. *Один моль идеального одноатомного газа находится при нормальных условиях. Какое количество теплоты надо сообщить газу, чтобы провести процесс, показанный на рисунке? $n = 1,2$.
- 5.5.25. *При расширении одноатомного газа от $0,2$ до $0,5 \text{ м}^3$ его давление росло линейно с объемом от 400 до 800 кПа соответственно. Какое количество теплоты было подведено к газу?
- 5.5.26. Двигатель Дизеля, КПД которого равен 35 %, за некоторое время выбросил в атмосферу 420 Дж теплоты. Определите работу, совершенную двигателем за это время.
- 5.5.27. Коэффициент полезного действия тепловой машины 20%. Какую работу совершает машина, если нагреватель сообщает ей 102 кДж тепла?



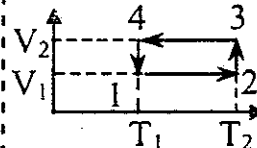
- 5.5.28. Определить коэффициент полезного действия теплового двигателя, если температура холодильника 280 К, а температура нагревателя втрое больше.
- 5.5.29. Идеальная тепловая машина совершает за цикл работу 1 кДж и отдает холодильнику 650 Дж теплоты. Определить КПД тепловой машины.
- 5.5.30. В идеальной тепловой машине температура нагревателя в три раза выше температуры холодильника. Нагреватель передал газу 42 кДж теплоты. Какую работу совершил газ?
- 5.5.31. Во сколько раз максимально возможный КПД газовой турбины больше максимально возможного КПД паровой машины, работающей на перегретом паре при температуре 300⁰С, если температура газов в турбине достигает 1000⁰С? Отработанные газы и пар имеют одинаковую температуру 160⁰С.
- 5.5.32. Идеальная тепловая машина совершает работу 200 Дж, при этом холодильнику передается 300 Дж энергии. Определить КПД тепловой машины.
- 5.5.33. Каков КПД идеальной паровой турбины, если пар поступает в турбину при температуре 480⁰С, а оставляет ее – при 30⁰С?
- 5.5.34. КПД тепловой машины равен 15%. Какое количество теплоты передано от нагревателя рабочему веществу за время, в течение которого машиной совершена полезная работа 150 Дж?
- 5.5.35. В результате циклического процесса газ совершил работу 100 Дж и передал холодильнику 400 Дж теплоты. Определить коэффициент полезного действия цикла.
- 5.5.36. Тепловая машина работает по циклу Карно. Температура нагревателя 400⁰С, холодильника 20⁰С. Время выполнения одного цикла 1 секунда. Найти мощность двигателя, если количество тепла, получаемое от нагревателя за цикл, равно 1100 Дж.
- 5.5.37. Газ в идеальной тепловой машине 70 % теплоты, полученной от нагревателя с температурой 430 К, отдает холодильнику. Какова температура холодильника?
- 5.5.38. Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, получает от нагревателя за каждый цикл 2500 Дж теплоты. Температура нагревателя 400 К, холодильника 300 К. Определить работу, совершаемую машиной за 1 цикл.
- 5.5.39. В идеальной тепловой машине за счет каждого килоджоуля теплоты, получаемой от нагревателя, совершается работа 300 Дж. Определить температуру нагревателя, если температура холодильника 17⁰.
- 5.5.40. Двигатель работает по циклу Карно. Во сколько раз изменится его КПД, если при постоянной температуре холодильника 17⁰С температуру нагревателя повысить со 127 до 447⁰С?
- 5.5.41. Тепловой двигатель работает по циклу Карно. Количество теплоты, отдаваемое холодильнику, равно 20 кДж. Определите, какое количество теплоты будет передаваться холодильнику, если температура холодильника уменьшится в 2 раза.
- 5.5.42. Тепловая машина имеет максимальный КПД 35%. Определить температуру нагревателя, если температура холодильника 312⁰С.

5.5.43. * Коэффициент полезного действия тепловой машины равен 25 %. В результате ее усовершенствования тепло, получаемое от нагревателя, увеличилось на 10 %, а тепло, отдаваемое холодильнику, осталось без изменения. Каким стал КПД ?

5.5.44. * Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с кипящей водой при температуре 100°C , а в качестве холодильника – сосуд со льдом при 0°C . Какая масса льда растает при совершении машиной работы 10 МДж ?

5.5.45. * Один моль одноатомного газа совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. При этом максимальное давление в 2 раза больше минимального, а максимальный объем в 3 раза больше минимального. Определите коэффициент полезного действия цикла.

5.5.46. * Над одним молем идеального газа совершают цикл, показанный на рисунке. Определить КПД цикла, если работа газа на участке 2–3 равна 2 кДж, а на участке 1–4 равна 1,5 кДж.
 $T_1 = 300 \text{ K}$, $T_2 = 2 \cdot T_1$.

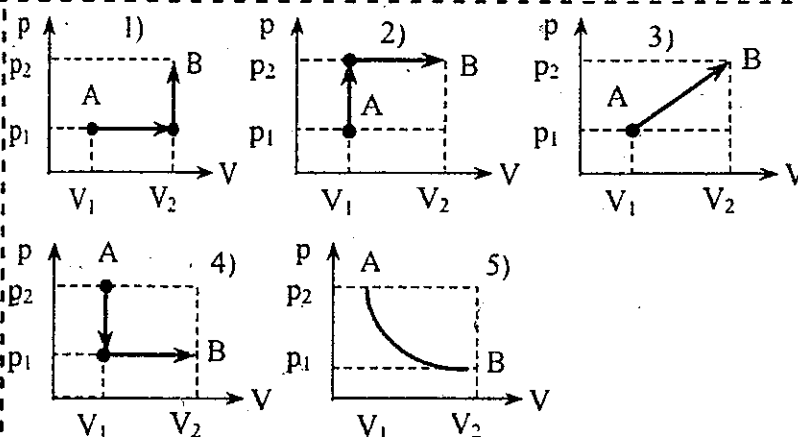


5.5.47. В некотором процессе внутренняя энергия газа уменьшилась на 300 Дж, а газ совершил работу 500 Дж. Какая теплота сообщена газу?

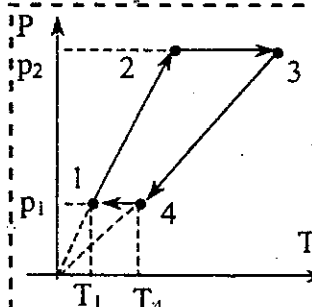
5.5.48. При изобарном расширении гелия была совершена работа, равная 500 Дж. Какое количество теплоты было подведено к гелию?

5.5.49. Если в некотором процессе газу сообщено 900 Дж теплоты, а газ при этом совершил работу 500 Дж, то как изменилась внутренняя энергия газа?

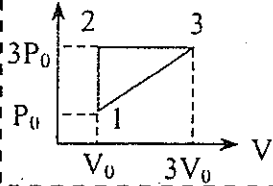
5.5.50. В каком из представленных на рисунке процессов АВ, протекающих в данной массе газа, совершается наибольшая работа?



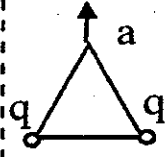
5.5.51. * Два моля идеального газа совершают замкнутый цикл, изображенный на рисунке. Известно, что температура $T_1 = 280 \text{ K}$, $p_2/p_1 = 5$, $T_4/T_1 = 2$. Чему равна работа, совершаемая газом за цикл?



5.5.52. В некотором процессе газу сообщено 800 Дж теплоты, а его внутренняя энергия уменьшилась на 200 Дж. Найти работу газа в этом процессе.

5.5.53.	В некотором процессе газу сообщено 900 Дж теплоты, а его внутренняя энергия увеличилась на 400 Дж. Найти работу газа в этом процессе.
5.5.54.	<p>На $P - V$ диаграмме изображен цикл, проводимый с одноатомным идеальным газом. Чему равен коэффициент полезного действия этого цикла?</p> 
5.5.55.	В идеальном тепловом двигателе за счет каждого килоджоуля энергии, полученной от нагревателя, производится работа, равная 450 Дж. Во сколько раз абсолютная температура нагревателя больше абсолютной температуры холодильника?
5.5.56.	Холодильник идеального теплового двигателя имеет температуру 27°C . Как изменится КПД этого двигателя, если температуру нагревателя увеличить от 127 до 327°C ?
5.5.57.	Холодильник идеального теплового двигателя имеет температуру 27°C . Как изменится КПД этого двигателя, если температуру нагревателя уменьшить от 327 до 127°C ?
5.5.58.	Идеальный тепловой двигатель совершает за один цикл работу 30 кДж. Если температура нагревателя 127°C , а температура холодильника 27°C , то какое количество теплоты отдано за один цикл холодильнику?
5.5.59.	Температура нагревателя идеального теплового двигателя равна 327°C , а температура холодильника 27°C . Если этот двигатель совершил работу в 700 Дж, то чему равно полученное от нагревателя количество теплоты?
6.	6. ЭЛЕКТРОСТАТИКА
6.1.	6.1. Закон Кулона
6.1.1.	В парафине на расстоянии 20 см помещены два точечных заряда. На каком расстоянии они должны находиться в воздухе, чтобы сила взаимодействия между ними осталась прежней?
6.1.2.	Два электрических заряда притягиваются друг к другу в керосине с силой 7,8 Н. С какой силой они будут притягиваться, если их поместить в глицерин на расстоянии, в два раза меньшем?
6.1.3.	Два шарика, расположенные на расстоянии 10 см друг от друга, имеют одинаковые отрицательные заряды и взаимодействуют с силой 0,23 мН. Найти число избыточных электронов на каждом шарике.
6.1.4.	С какой силой ядро атома железа (${}_{26}\text{Fe}^{56}$) притягивает электрон, находящийся на внутренней оболочке атома, расположенной на расстоянии 10^{-12} м?
6.1.5.	На двух одинаковых капельках воды находится по одному лишнему электрону, причем сила электрического отталкивания капелек уравновешивает силу их взаимного тяготения. Каковы радиусы капелек?

- 6.1.6. Два заряженных шара одинакового радиуса, массой 0,3 кг каждый, расположены на таком расстоянии друг от друга, что взаимодействие их зарядов уравнивается силой взаимного тяготения. Найти радиус шаров, если поверхностная плотность их зарядов равна $1,25 \text{ нКл/м}^2$.
- 6.1.7. По теории Бора электрон в атоме водорода вращается вокруг ядра по круговой орбите радиусом $0,53 \cdot 10^{-10} \text{ м}$. Определить скорость движения электрона по орбите.
- 6.1.8. В атоме водорода электрон движется вокруг протона с угловой скоростью 10^{16} рад/с . Найти радиус орбиты электрона.
- 6.1.9. Два одинаковых шара, массы которых 600 г и радиусы – 20 см, имеют одинаковые заряды. Найти поверхностную плотность электрических зарядов, если известно, что кулоновская сила отталкивания уравнивается силой всемирного тяготения. Расстояние между шарами гораздо больше их радиусов.
- 6.1.10. Какое первоначальное ускорение получит капелька жидкости массой $1,6 \cdot 10^{-5} \text{ г}$, потерявшая 100 электронов, если на расстоянии 3 см от нее поместить заряд 2 мкКл?
- 6.1.11. Два точечных заряда 5 и 15 нКл находятся на расстоянии 4 см друг от друга в вакууме. Определить силу, с которой эти заряды будут действовать на третий заряд 1 нКл, находящийся посередине между зарядами.
- 6.1.12. Два одинаковых металлических шарика с зарядами –15 и 25 мкКл, вследствие притяжения соприкоснулись и потом разошлись на 5 см. Найти силу взаимодействия между ними после соприкосновения.
- 6.1.13. Два одинаковых маленьких металлических шарика с зарядами 120 и 80 нКл помещены в дистиллированную воду на расстоянии 4 см и приведены в соприкосновение, а затем шары развели на такое же расстояние. Найти силу их взаимодействия после соприкосновения.
- 6.1.14. Во сколько раз изменится сила кулоновского притяжения двух маленьких шариков с одинаковыми по значению зарядами, если, не изменяя расстояния между ними, перенести половину заряда с первого шарика на второй?
- 6.1.15. Каждый из двух маленьких шариков положительно заряжен так, что их общий заряд 50 мкКл. Как распределен этот заряд между ними, если они, находясь на расстоянии 2 м друг от друга, отталкиваются с силой 1 Н?
- 6.1.16. Два одинаковых шарика, заряженные одноименными зарядами и помещенные на некотором расстоянии друг от друга, отталкиваются с некоторой силой. Их приводят в соприкосновение, затем удаляют на расстояние, вдвое меньше прежнего. При этом сила их взаимного отталкивания становится в 4,5 раза больше предыдущей. Найти отношение первоначальных зарядов шариков.
- 6.1.17. Два маленьких одинаковых шарика находятся на расстоянии 0,2 м и притягиваются с силой 4 мН. Шарик на малый промежуток времени соединили проволокой. После этого они стали отталкиваться с силой 2,25 мН, находясь на том же расстоянии. Определить отношение заряда первого шарика к заряду второго шарика.

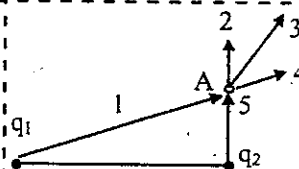
- 6.1.18. Вокруг отрицательного точечного заряда – 5 нКл равномерно вращается по окружности под действием силы притяжения маленький заряженный шарик. Чему равно отношение заряда шарика к его массе, если шарик совершает 2 полных оборота в секунду, а радиус окружности 3 см ?
- 6.1.19. Два заряда по 25 нКл каждый, расположенные на расстоянии 0,24 м друг от друга, образуют электростатическое поле. С какой силой это поле действует на заряд 2 нКл, помещенный в точку, удаленную на 0,15 м от каждого из зарядов ?
- 6.1.20. * На нити подвешен заряженный шар массой 300 г. Когда к нему поднесли снизу на расстояние 40 см заряженный таким же зарядом шар радиусом 2 см, то сила натяжения нити уменьшилась в 4 раза. Определить поверхностную плотность электрического заряда на поднесённом шаре.
- 6.1.21. На нити подвешен маленький шарик массой 10 г, которому сообщили заряд 1 мКл. Когда к нему поднесли снизу заряженный таким же зарядом шарик, сила натяжения нити уменьшилась в четыре раза. Определить расстояние между центрами шариков.
- 6.1.22. * Три одинаковых точечных заряда по $-1,7$ нКл каждый находятся в вершинах равностороннего треугольника. Найти величину точечного заряда, который надо поместить в центре треугольника, чтобы вся система находилась в равновесии ?
- 6.1.23. * Два частицы массой 10 г и зарядом 2 мКл находятся в вершинах равностороннего треугольника, составленного из легких нитей длиной 10 см. Систему поднимают вертикально вверх с ускорением 10 м/с^2 . Определите натяжение нити, соединяющей частицы.
- 
- 6.1.24. В вертикальной трубке, заполненной воздухом закреплен точечный заряд 5 мКл. На каком расстоянии над ним будет находиться в положении равновесия шарик массой 1 г с зарядом 4 мКл ?
- 6.1.25. Два одинаковых шарика подвешены на нитях в воздухе так, что их поверхности соприкасаются. После того как каждому шарiku сообщили заряд 0,4 мКл, они разошлись на угол 60° . Найти массу шариков, если расстояние от центров шариков до точки подвеса 0,2 м.
- 6.1.26. Два шарика массой по 1 г подвешены на нитях длиной 0,5 м в одной точке. После сообщения им отрицательного заряда угол между нитями стал 60° . Чему равна электрическая сила их взаимодействия ?
- 6.1.27. * Два маленьких проводящих шарика подвешены на длинных непроводящих нитях к одному крючку. Шарика заряжены одинаковыми зарядами и находятся на расстоянии 5 см друг от друга. На каком расстоянии окажутся шарика, после того как один из них разрядить ?
- 6.1.28. * Два одинаковых шарика, имеющих одинаковые заряды 1,6 мКл, подвешены на одной высоте на нитях одной и той же длины. Расстояние между точками подвеса 0,2 м. Какой по величине и знаку заряд следует поместить на расстоянии 0,5 м от каждого из шариков, чтобы нити были параллельны ?
- 6.1.29. * Точечные положительные заряды q и $2q$ закреплены на расстоянии L друг от друга в вакууме. На середине прямой, соединяющей заряды, поместили точечный отрицательный заряд $-q$. Найти изменение модуля и направления силы, действующей на положительный заряд q ?

- 6.1.30. * Точечные положительные заряды q и $2q$ закреплены на расстоянии L друг от друга в вакууме. На середине прямой, соединяющей заряды, поместили точечный отрицательный заряд $-q$. Найти изменение модуля и направления силы, действующей на положительный заряд $2q$?
- 6.1.31. Два маленьких одинаковых металлических шарика заряжены положительным зарядом $5q$ и отрицательным зарядом $-q$ и находятся на некотором расстоянии друг от друга в вакууме. Шарики привели в соприкосновение и развели на прежнее расстояние, поместив их в жидкий диэлектрик с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$. Найти изменение модуля силы взаимодействия шариков?
- 6.2. Напряженность электростатического поля**
- 6.2.1. Указать размерность единицы напряженности электростатического поля.
- 6.2.2. Определить напряженность электрического поля, если на точечный заряд 1 мкКл действует кулоновская сила 1 мН.
- 6.2.3. С какой силой действует однородное поле, напряженность которого 2 кВ/м, на электрический заряд 5 мкКл ?
- 6.2.4. В некоторой точке поля на заряд $0,1$ мкКл действует сила 4 мН. Найти напряженность в этой точке и заряд, создающий поле, если точка удалена от него на $0,3$ м.
- 6.2.5. Найти заряд, создающий электрическое поле, если на расстоянии 5 см от него напряженность поля 160 кВ/м.
- 6.2.6. Точечный заряд удалили от точки A на расстояние, в три раза превышающее первоначальное. Во сколько раз уменьшилась напряженность электрического поля в точке A ?
- 6.2.7. Напряженность электрического поля на расстоянии 30 см от точечного заряда $0,1$ мкКл равна 5 кВ/м. Определить диэлектрическую проницаемость среды, в которой находится заряд.
- 6.2.8. Поле в глицерине образовано точечным зарядом 70 нКл. Какова напряженность поля в точке, отстоящей от заряда на расстоянии 7 см ?
- 6.2.9. Определить напряженность электрического поля на поверхности иона, считая его шариком, диаметр которого $8 \cdot 10^{-9}$ м. Заряд иона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
- 6.2.10. Очень маленький заряженный шарик погрузили в керосин. На каком расстоянии от шарика напряженность поля будет такая же, какая была до погружения на расстоянии 29 см ?
- 6.2.11. Шарик, несущий заряд 50 нКл, коснулся внутренней поверхности незаряженной проводящей сферы радиуса 20 см. Найти поверхностную плотность заряда на внешней поверхности сферы.
- 6.2.12. Проводящему шару радиусом 24 см сообщается заряд $6,26$ нКл. Определить напряженность поля на расстоянии 24 см от поверхности шара.
- 6.2.13. Напряженность электрического поля на расстоянии 10 см от поверхности заряженной сферы радиусом 5 см равна 36 В/м. Какова напряженность поля на расстоянии 30 см от центра сферы ?
- 6.2.14. Поверхностная плотность заряда на проводящем шаре равна $0,32$ мкКл/м². Определить напряженность электрического поля в точке, удаленной от центра шара на расстояние, равное четырем радиусам.

- 6.2.15. *Заряд металлического шара, радиус которого 0,5 м, равен 30 мкКл. На сколько изменится модуль напряженности поля на расстоянии 30 см от центра шара при увеличении заряда шара в два раза ?
- 6.2.16. Шар радиусом 5 см зарядили до потенциала 180 В и потом поместили в керосин. Найти напряженность в точке, удаленной от поверхности шара на 5 см.
- 6.2.17. Точечные заряды 10 и -20 нКл закреплены на расстоянии 1 м друг от друга в воздухе. На каком расстоянии от отрицательного заряда напряженность электрического поля равна нулю ?
- 6.2.18. Два точечных заряда 4 и 2 нКл находятся друг от друга на расстоянии 50 см. Определить напряженность поля в точке, лежащей посередине между зарядами.
- 6.2.19. Два точечных заряда 4 и -2 нКл находятся друг от друга на расстоянии 60 см. Определить напряженность поля в точке, лежащей посередине между зарядами.
- 6.2.20. Найти напряженность поля, создаваемого двумя точечными зарядами 2 и -4 нКл в точке, лежащей посередине прямой, соединяющей заряды, если напряженность поля, создаваемого только первым зарядом в этой точке, равна 2 мВ/м.
- 6.2.21. Определить расстояние между двумя точечными зарядами 16 и -6 нКл, если напряженность поля в точке, находящейся на середине этого расстояния, равна 550 В/м.
- 6.2.22. В однородном электрическом поле напряженностью 40 кВ/м, направленным горизонтально, находится заряд 27 нКл. Найти напряженность результирующего поля на расстоянии 9 см от заряда в точке, лежащей на прямой, проходящей через заряд и перпендикулярно к силовым линиям.
- 6.2.23. Заряды по 0,1 мкКл расположены на расстоянии 6 см друг от друга. Найти напряженность в точке, удаленной на 5 см от каждого из зарядов. Оба заряда положительные.
- 6.2.24. Одинаковые по модулю, но разные по знаку заряды 40 нКл расположены в двух вершинах равностороннего треугольника со стороной 3 м. Найти напряженность электрического поля в третьей вершине треугольника.
- 6.2.25. *В серединах всех сторон равностороннего треугольника расположены одинаковые точечные заряды 1 нКл. В двух вершинах этого треугольника помещены точечные заряды -4 нКл каждый. Длина стороны треугольника 2 м. Определить напряженность электрического поля в третьей вершине треугольника.
- 6.2.26. *В двух противоположных вершинах квадрата со стороной 30 см находятся заряды по 0,2 мкКл. Найти напряженности поля в двух других вершинах квадрата.
- 6.2.27. *В трех вершинах квадрата со стороной 30 см находятся точечные заряды по 0,001 мкКл. Определить силу, действующую на заряд в 100 мкКл, помещенный в четвертую вершину квадрата.
- 6.2.28. *В трех вершинах квадрата со стороной 1 м находятся положительные точечные заряды 0,1 мкКл каждый. Определить модуль вектора напряженности электрического поля в центре квадрата.

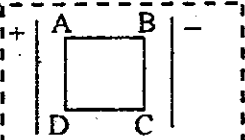
- 6.2.29. * Четыре одинаковых заряда 40 мкКл расположены в вершинах квадрата со стороной $a = 2 \text{ м}$. Какова будет напряженность поля на расстоянии $2 \cdot a$ от центра квадрата на продолжении диагонали ?
- 6.2.30. Шарик массой 1 г подвешен вблизи земли на невесомой и непроводящей нити в однородном электрическом поле напряженностью 1000 В/м . Определить минимальное значение силы натяжения нити, если заряд шарика равен 1 мкКл .
- 6.2.31. На какой угол отклонится бузиновый шарик с зарядом $4,9 \text{ нКл}$ и массой $0,40 \text{ г}$, подвешенный на шелковой нити, если его поместить в горизонтальное однородное поле с напряженностью 100 кВ/м ?
- 6.2.32. * В однородном электрическом поле напряженностью 1 МВ/м , направленном вверх под углом 30° к вертикали, висит на нити шарик массой 2 г с зарядом 10 нКл . Найти силу натяжения нити.
- 6.2.33. Поле равномерно заряженной плоскости действует в вакууме на заряд $0,2 \text{ нКл}$ с силой $22,6 \text{ мкН}$. Какова поверхностная плотность заряда на пластине ?
- 6.2.34. * Бесконечная, равномерно заряженная плоскость имеет поверхностную плотность заряда 9 мкКл/м^2 . Над ней находится алюминиевый шарик с зарядом $0,37 \text{ мкКл}$. Какой радиус должен иметь шарик, чтобы он не падал ?
- 6.2.35. * Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены поверхностной плотностью заряда 1 и -3 нКл/м^2 . Определить напряженность поля между пластинами.
- 6.2.36. * Две плоские пластинки площадью 200 см^2 , расстояние между которыми очень мало, находясь в керосине, притягиваются с силой 25 мН . Определить величину заряда пластин.
- 6.2.37. * Две бесконечные плоскости, заряженные с поверхностной плотностью 2 и $0,6 \text{ мкКл/м}^2$, пересекаются под прямым углом. С какой силой электрическое поле плоскостей действует на заряд 1 нКл , находящийся на биссектрисе угла между плоскостями ?
- 6.2.38. Напряженность электрического поля вблизи земли перед разрядом молнии иногда достигает 3 МВ/м . Какая сила действует на пылинку, имеющую заряд 40 нКл , находящуюся в этом поле ?
- 6.2.39. Между горизонтальными пластинами заряженного конденсатора, напряженность электрического поля которого 50 В/м , находится в равновесии пылинка, имеющая заряд 20 нКл . Какова ее масса ?
- 6.2.40. Свинцовый шарик радиусом $0,5 \text{ см}$ помещен в глицерин. Определить заряд шарика, если в однородном электрическом поле шарик оказался взвешенным в глицерине. Электростатическое поле направлено вертикально вверх и его напряженность 4 кВ/см .
- 6.2.41. Капля массой 10^{-10} г , на которой находится заряд, равный 10 зарядам электрона, поднимается вертикально вверх с ускорением 2 м/с^2 между пластинами горизонтально расположенного конденсатора. Определить поверхностную плотность заряда на пластинах конденсатора. Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 6.2.42. Капля массой 10^{-13} кг поднимается вертикально вверх с ускорением $2,2 \text{ м/с}^2$ между пластинами горизонтального плоского конденсатора. Найти заряд капли, если поверхностная плотность заряда на пластинах равна $6,6 \text{ мкКл/м}^2$.

- 6.2.43. * Положительно заряженный шарик массой 18 г и плотностью 1800 кг/м^3 находится во взвешенном состоянии в жидком диэлектрике плотностью 900 кг/м^3 . Диэлектрик находится в однородном электрическом поле напряженностью 450 В/м , направленное вертикально вверх. Найти заряд шарика.
- 6.2.44. Для ионизации нейтральной молекулы воздуха электрон должен обладать энергией 24 эВ. Поле какой напряженности может сообщить электрону такую энергию? Длину свободного пробега электрона принять 8 мкм.
- 6.2.45. * Два заряженных шарика с зарядами 300 и 200 нКл, массы которых 0,2 и 0,8 г, соединены легкой непроводящей нитью длиной 20 см и движутся вдоль силовой линии однородного электрического поля напряженностью 10 кВ/м . Вектор напряженности электрического поля направлен вертикально вниз. Определить ускорение шариков.
- 6.2.46. Протон движется с ускорением 76 км/с^2 в электрическом поле. Определить напряженность поля.
- 6.2.47. * Электрон влетает в плоский конденсатор параллельно его пластинам со скоростью 3000 км/с . Найти напряженность поля конденсатора, если электрон вылетает под углом 30° к пластинам. Длина пластины 20 см.
- 6.2.48. * Электрон влетает в однородное электрическое поле напряженностью 200 В/м со скоростью $V_0 = 10 \text{ Мм/с}$, направленной вдоль силовых линий поля. В течение какого времени электрон будет находиться в области этого поля?
- 6.2.49. * Электрон, попадая в однородное электрическое поле, движется вдоль силовых линий. Через какое время скорость электрона станет равной нулю, если напряженность поля 90 В/м , а начальная скорость электрона $1,8 \text{ Мм/с}$?
- 6.2.50. * Поток электронов, направленный параллельно обкладкам плоского конденсатора, на пути 4 см отклоняется на расстояние 2 мм от первоначального направления. Напряженность поля в конденсаторе $22,5 \text{ кВ/м}$. Какую скорость имели электроны в момент влета в конденсатор?
- 6.2.51. * Электрон, обладающий скоростью 18 км/с , влетает в однородное электрическое поле в вакууме с напряженностью $0,0030 \text{ В/м}$ и движется против силовых линий. Какова будет его скорость, когда он пройдет расстояние $7,1 \text{ см}$?
- 6.2.52. Три равных по величине и знаку заряда q расположены в вакууме вдоль прямой на одинаковых расстояниях L друг от друга. Найти модуль напряженности электрического поля, созданного этими зарядами, в точке, находящейся на той же прямой посередине между двумя зарядами.
- 6.2.53. Указать направление вектора напряженности электрического поля, созданного в точке А двумя точечными положительными зарядами q_1 и q_2 .

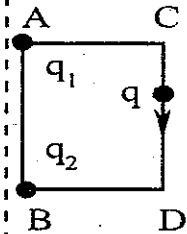


6.2.54.	Точечный положительный заряд создает на расстоянии 10 см электрическое поле с напряженностью 1 В/м. Чему равна напряженность результирующего поля, если этот заряд внести в однородное электрическое поле с напряженностью 1 В/м, на расстоянии 10 см от заряда на линии, проходящей через заряд и перпендикулярной силовым линиям однородного поля.
6.2.55.	На каком расстоянии от поверхности шара напряженность электрического поля равномерно заряженной сферической поверхности радиуса 0,2 м уменьшается в 6,25 раз.
6.2.56.	Равномерно заряженный проводящий шар радиуса 5 см создает на расстоянии 10 см от его поверхности электрическое поле с напряженностью 4 В/м. Чему равна напряженность поля на расстоянии 10 см от центра шара?
6.2.57.	Проводящий шар радиуса R заряжен зарядом q . Найти напряженность поля в точке на расстоянии $R/2$ от центра шара.
6.2.58.	Точечный отрицательный заряд создает на расстоянии 10 см поле, напряженность которого равна 1 В/м. Чему равна напряженность результирующего поля, если этот заряд внести в однородное электрическое поле с напряженностью 1 В/м, на расстоянии 10 см от заряда по направлению силовой линии однородного поля, проходящей через заряд.
6.3.	6.3. Потенциал. Разность потенциалов. Работа сил электрического поля
6.3.1.	Указать размерность единицы потенциала электростатического поля.
6.3.2.	Определить электрический потенциал на поверхности сферы радиусом 5 см при сообщении ей заряда 1 мкКл.
6.3.3.	При сообщении металлической сфере радиусом 10 см некоторого заряда ее потенциал стал равен 1 В. Определить величину сообщенного заряда.
6.3.4.	Определить напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 20 см от поверхности заряженной проводящей сферы радиусом 10 см, если потенциал сферы равен 240 В.
6.3.5.	На расстоянии 10 м от центра заряженного металлического шара радиусом 3 м потенциал электрического поля равен 3 В. Определить потенциал электрического поля на поверхности шара.
6.3.6.	Определить потенциал шара радиусом 10 см, находящегося в вакууме, если на расстоянии 1 м от его поверхности потенциал равен 20 В.
6.3.7.	Металлический шар диаметром 30 см заряжен до потенциала 5400 В. Чему равен потенциал на расстоянии 15 см от поверхности шара?
6.3.8.	На расстоянии 1 м от центра заряженного металлического шара радиусом 3 м потенциал электрического поля равен 3 В. Определить потенциал электрического поля на расстоянии 2 м от центра шара.
6.3.9.	Найти потенциал электрического поля в точке, лежащей посередине между двумя зарядами по 50 нКл, расположенными на расстоянии 1 м в вакууме.
6.3.10.	Сколько электронов следует передать металлическому шарик радиусом 7,2 см, чтобы потенциал его стал равным 6000 В.
6.3.11.	Определить разность потенциалов (по модулю) между точками, отстоящими от заряда 4 нКл на расстояния 16 и 20 см.

- 6.3.12. * Расстояние между точечными зарядами 10 и -1 нКл равно $1,1$ м. Найти напряженность поля в точке на отрезке, соединяющем заряды, в которой потенциал равен нулю.
- 6.3.13. В двух вершинах равностороннего треугольника со стороной $0,5$ м находятся точечные заряды 3 и -2 мКл. Найти потенциал электрического поля в третьей вершине.
- 6.3.14. * Капля росы в виде шара получилась в результате слияния 216 одинаковых капелек тумана. Во сколько раз потенциал поля на поверхности капли росы больше потенциала на поверхности капельки тумана?
- 6.3.15. Электрический пробой воздуха наступает при напряженности поля 3 МВ/м. Определить потенциал ионизации воздуха, если длина свободного пробега электронов 5 мкм?
- 6.3.16. * Два одинаковых точечных заряда по 5 мКл взаимодействуют с силой 10 Н в вакууме. Найти потенциал в центре отрезка, соединяющего эти заряды.
- 6.3.17. * Два металлических шара, радиусы которых 5 и 15 см, расположенные далеко друг от друга, заряжены противоположными по знаку зарядами 12 нКл и -40 нКл. Шары соединяют тонкой проволокой. Какой заряд пройдет по проволоке.
- 6.3.18. Энергия 10^{17} Дж, выраженная в эВ, составляет ...
- 6.3.19. Модуль напряженности однородного электрического поля равен 150 В/м. Какую максимальную работу может совершить электрическое поле при смещении заряда 20 мКл на расстояние 2 м?
- 6.3.20. На какое расстояние вдоль силовой линии перемещен заряд 1 нКл, если при напряженности однородного электрического поля 1 МВ/м была совершена работа 2 мДж?
- 6.3.21. При лечении статическим душем к электродам электрической машины приложена разность потенциалов 100 кВ. Определить заряд, проходящий между электродами за время одной процедуры, если электрическое поле совершает при этом работу 1800 Дж.
- 6.3.22. Электрическое поле в глицерине образовано точечным зарядом 9 нКл. Какую работу совершит поле, перемещая между точками, удаленными от этого заряда на 3 и 12 см, точечный заряд 5 нКл?
- 6.3.23. Два шарика с зарядами $0,8$ и $0,5$ мКл находятся на расстоянии $0,4$ м. До какого расстояния их можно сблизить, если совершить работу 27 мДж?
- 6.3.24. Какая совершается работа при перенесении точечного заряда 20 нКл из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии 1 см от поверхности шара радиусом 1 см с поверхностной плотностью заряда 1 нКл/см².
- 6.3.25. Потенциал заряженного металлического шара 45 В. Какой минимальной скоростью должен обладать электрон, чтобы улететь с поверхности шара на бесконечно далекое расстояние?
- 6.3.26. Две равномерно заряженные проводящие пластины образовали однородное поле напряженностью 250 В/см. С какой силой поле действует на заряд 6 мКл, и какую работу оно совершает, перемещая заряд от одной пластины к другой, если расстояние между ними равно 4 см?

- 6.3.27. Напряженность поля внутри конденсатора равна E . Найти работу перемещения заряда по замкнутому прямоугольному контуру ABCD.
- 
- 6.3.28. На сколько изменится потенциальная энергия взаимодействия зарядов 25 и -4 нКл при изменении расстояния между ними с 10 до 20 см?
- 6.3.29. Два одинаковых маленьких шарика, имеющих одинаковые заряды 2 мкКл, соединены пружиной. Шарик колеблется так, что расстояние между ними меняется от 10 до 40 см. Найти жесткость пружины, если ее длина в свободном состоянии равна 20 см.
- 6.3.30. На расстоянии 90 см от поверхности шара радиусом 10 см, несущего положительный заряд с поверхностной плотностью 30 мкКл/м², находится положительный точечный заряд 7 мкКл. Какую работу надо совершить, чтобы приблизить заряд на 50 см к центру шара?
- 6.3.31. Электрон переместился из точки с потенциалом 200 В в точку с потенциалом 300 В. Найти приобретенную скорость, если начальная скорость электрона равнялась нулю.
- 6.3.32. Электрон вылетает из точки, потенциал которой 600 В, со скоростью 12 Мм/с в направлении силовых линий поля. Определить потенциал точки, дойдя до которой, электрон остановится.
- 6.3.33. Электрон с начальной скоростью 2000 км/с, двигаясь в поле плоского конденсатора вдоль линий напряженности, полностью теряет скорость на пути 3 см. Какова разность потенциалов между обкладками, если расстояние между ними 5 см?
- 6.3.34. В поле неподвижного точечного заряда 1 мкКл по направлению к нему движется положительный ион массой 10^{-26} кг и зарядом $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Когда скорость иона составляет 10^5 м/с, его кинетическая и потенциальная энергия равны. На какое минимальное расстояние ион приблизится к заряду?
- 6.3.35. Электрическое поле в вакууме образовано точечным зарядом $1,5$ нКл. На каком расстоянии друг от друга расположены две эквипотенциальные поверхности, потенциалы которых равны 45 и 30 В, соответственно?
- 6.3.36. Электрическое поле в глицерине образовано точечным зарядом 20 нКл. На каком расстоянии расположены друг от друга две эквипотенциальные поверхности с потенциалами 50 и 20 В?
- 6.3.37. Между двумя горизонтально расположенными пластинами, заряженными до 10 кВ, удерживается в равновесии пылинка массой $2 \cdot 10^{-10}$ кг. Определить заряд пылинки, если расстояние между пластинами 5 см?
- 6.3.38. Заряженная частица, пройдя ускоряющую разность потенциалов 600 кВ, приобрела скорость 5400 км/с. Определить массу частицы, если ее заряд равен $2 \cdot e$.
- 6.3.39. Электрическое поле образовано двумя параллельными пластинами, находящимися на расстоянии 2 см друг от друга. Напряжение между ними 120 В. Какую скорость приобрел электрон под действием поля, пройдя из состояния покоя расстояние 3 мм по силовой линии?

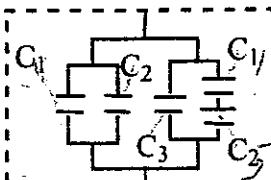
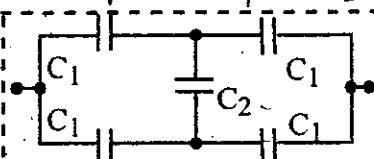

- 6.3.40. * Пылинка массой $4 \cdot 10^{-12}$ кг и зарядом 10^{-16} Кл попадает в поле заряженного шарика, имея скорость 10 см/с, направленную к центру шарика. На какое расстояние она сможет приблизиться к шарика, заряд которого 1 нКл ?
- 6.3.41. * Пылинка массой 10 нг покоится в однородном электростатическом поле между пластинами конденсатора с разностью потенциалов между ними 6 кВ и расстоянием 6 см. Какое надо приложить напряжение к пластинам, чтобы пылинка осталась в равновесии, потеряв заряд, равный заряду 4000 электронов ? Электрическое поле направлено вертикально вверх.
- 6.3.42. * Электрон с некоторой скоростью влетает в плоский конденсатор параллельно пластинам на равном расстоянии от них. Напряжение на конденсаторе 300 В, длина пластин 10 см, расстояние между ними 2 см. При какой предельной скорости электрон не вылетит из конденсатора ?
- 6.3.43. * Какую разность потенциалов должен пройти первоначально покоящийся электрон, чтобы приобрести кинетическую энергию 150 эВ ?
- 6.3.44. * Какую скорость может сообщить электрону, находящемуся в состоянии покоя, ускоряющая разность потенциалов в 1 кВ ?
- 6.3.45. * Заряд 5 нКл находится на расстоянии 0,45 м от поверхности шара диаметром 0,1 м заряженного до потенциала 2400 В. Какую работу надо совершить, чтобы уменьшить расстояние между зарядом и шаром на 0,4 м ?
- 6.3.46. * Два электрона движутся под действием сил электростатического отталкивания. Какую скорость будут они иметь, когда расстояние между ними станет бесконечно большим ? В начальный момент времени электроны находились на расстоянии 1 см друг от друга и имели скорость, равную нулю.
- 6.3.47. * Между катодом и анодом двухэлектродной лампы приложена разность потенциалов 300 В. Определить время движения электронов от катода к аноду, если расстояние между ними 10 мм, а скорость электронов у катода равна нулю.
- 6.3.48. * Энергия 100 эВ в системе СИ равна ...
- 6.3.49. * Найти скорость, которую приобретает электрон, пролетевший в электрическом поле от точки с потенциалом 100 В до точки с потенциалом 300 В, если начальная скорость электрона равна 5 Мм/с.
- 6.3.50. * В углах квадрата со стороной 4 см поместили 4 электрона. Под действием электрических сил электроны разлетаются. Определить их скорости на бесконечности.
- 6.3.51. * Электрон, ускоренный разностью потенциалов 5 кВ, влетает в середину зазора между обкладками плоского конденсатора параллельно им. Какое наименьшее напряжение нужно подать на конденсатор, чтобы электрон не вылетел из него ? Длина конденсатора 5 см, расстояние между пластинами 1 см.
- 6.3.52. * Маленький металлический шарик массой 1 г и зарядом 100 нКл брошен издалека со скоростью 1 м/с в металлическую сферу с зарядом 300 нКл. При каком минимальном значении радиуса сферы шарик достигнет ее поверхности ?

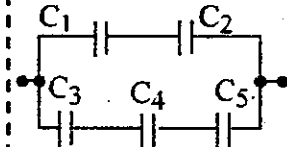
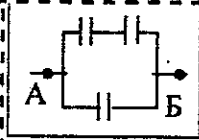
- 6.3.53. * В электронно-лучевой трубке поток электронов с кинетической энергией 8 кэВ движется между пластинами плоского конденсатора длиной 4 см. Расстояние между пластинами 2 см. Какое напряжение нужно подать на пластины конденсатора, чтобы смещение электронного луча на выходе оказалось 8 мм ?
- 6.3.54. * В закрепленной металлической сфере радиусом 1 см, имеющей заряд -10 нКл, проделано очень маленькое отверстие. Точечный заряд 1 нКл, массой 1 мг летит по прямой, проходящей через центр сферы и отверстие, имея на очень большом расстоянии от сферы скорость 1 м/с. Какова скорость этого заряда в центре сферы?
- 6.3.55. * В зазор между пластинами плоского конденсатора влетает электрон, пройдя перед этим ускоряющее поле с разностью потенциалов 25 кВ. Скорость электрона направлена параллельно пластинам конденсатора. Длина пластин 8 см, расстояние между ними 1 см. На сколько сместится электрон при выходе из зазора между пластинами, если разность потенциалов между ними 200 В ?
- 6.3.56. * Неподвижно закрепленный шарик, заряженный положительно, находится над шариком, заряженным отрицательно. Заряды шариков одинаковы, масса каждого равна 0,01 г, радиус 1 мм и расстояние между центрами шаров 20 мм. Какой должна быть их разность потенциалов, чтобы верхний шарик мог поднять нижний.
- 6.3.57. * Заряды $q_1 = 2$ мкКл и $q_2 = 5$ мкКл расположены на расстоянии $AB = 40$ см друг от друга. Определить абсолютную величину работы электрических сил при перемещении заряда $q = 10$ нКл из точки С в точку Д, если $AC = 30$ см.
- 
- 6.3.58. * Шарик массой 10 г с зарядом 100 мкКл подвешен на тонкой нити длиной 50 см в однородном электрическом поле напряженностью 100 В/м, силовые линии которого горизонтальны и направлены справа налево. Шарик отвели влево так, что он оказался на 40 см ниже точки подвеса нити, и отпустили. Найдите силу натяжения нити в момент прохождения шариком нижней точки траектории.
- 6.3.59. * Внутри шарового металлического слоя, внутренний и внешний радиусы которого соответственно равны R и $2R$, на расстоянии $R/2$ от центра находится точечный положительный заряд q . Найти потенциал в центре сферы.
- 6.3.60. * По тонкому проволочному кольцу радиуса 3 см равномерно распределен заряд 10^{-9} Кл. Определите разность потенциалов между центром кольца и точкой, находящейся на оси кольца на расстоянии 4 см от центра.
- 6.3.61. * Какую работу необходимо совершить, чтобы три одинаковых точечных положительных заряда q , находящихся в вакууме вдоль одной прямой на расстоянии a друг от друга, расположить в вершинах равностороннего треугольника со стороной $a/2$?
- 6.3.62. * В центре закрепленной полусферы радиуса R , заряженной равномерно с поверхностной плотностью зарядов $+\sigma$, в вакууме расположен маленький шарик, заряженный зарядом $+q$. Если шарик освободить, то в процессе движения он приобретет максимальную кинетическую энергию. Найти кинетическую энергию.

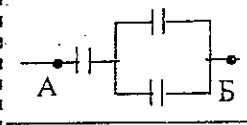
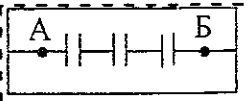
- 6.3.63. * В центре закрепленной полусферы радиуса R , заряженной равномерно с поверхностной плотностью зарядов $+\sigma$, расположен в вакууме маленький шарик массы m , который заряжен зарядом $+q$. Если шарик освободить, то в процессе движения он приобретет некоторую максимальную скорость. Найти эту скорость.
- 6.3.64. * На тонком закрепленном кольце радиуса R равномерно распределен заряд q . Какова наименьшая величина скорости, которую нужно сообщить находящейся в центре кольца частице массы m с зарядом q , равным заряду кольца, чтобы она могла удалиться от кольца в бесконечность?
- 6.4. 6.4. Электроемкость. Плоский конденсатор. Соединение конденсаторов. Энергия электростатического поля
- 6.4.1. Указать размерность единицы электроемкости.
- 6.4.2. * Проводник электроемкостью 10 пФ имеет заряд 600 нКл, а проводник электроемкостью 30 пФ имеет заряд -200 нКл. Найти потенциал проводников, если их соединить тонкой проволокой.
- 6.4.3. * Два металлических шара радиусами 6 и 3 см соединены тонкой проволокой. Шары заряжены до потенциала 1500 В. Каково отношение заряда большего шара к заряду меньшего?
- 6.4.4. * Шар радиусом $0,3$ м, заряженный до потенциала 1000 В, соединяют проводником с незаряженным шаром. После этого потенциал шаров оказался равным 300 В. Чему равен радиус второго шара?
- 6.4.5. * Проводники, заряженные одинаковым зарядом, имеют потенциалы 40 и 60 В. Каким будет потенциал этих проводников, если их соединить проволокой?
- 6.4.6. * Тысяча одинаковых шарообразных капелек ртути заряжены до одинакового потенциала $0,1$ В. Определите потенциал большой шарообразной капли, получившейся в результате слияния малых капель.
- 6.4.7. * Шар радиусом 15 см, заряженный до потенциала 300 В, соединяют проволокой с незаряженным шаром. После соединения шаров их потенциал стал 100 В. Каков радиус второго шара?
- 6.4.8. * Шарообразная капля, имеющая потенциал $2,5$ В, получена в результате слияния двух одинаковых капелек. Определить, до какого потенциала были заряжены мелкие капельки.
- 6.4.9. Плоский воздушный конденсатор состоит из двух пластин площадью 100 см² каждая. Когда одной из них сообщили заряд 6 нКл, конденсатор зарядился до напряжения 120 В. Определить расстояние между пластинами.
- 6.4.10. Определить площадь пластин плоского воздушного конденсатора электроемкостью 1 мкФ, если расстояние между пластинами 1 мм.
- 6.4.11. Плоский конденсатор составлен из двух круглых пластин диаметром $0,54$ м каждая, отделенных друг от друга слоем воздуха толщиной $3 \cdot 10^{-3}$ м. Напряжение на пластинах конденсатора 100 В. Какой заряд сосредоточен на каждой пластине?
- 6.4.12. Плоский воздушный конденсатор погрузили в керосин. Во сколько раз изменилась его электроемкость?

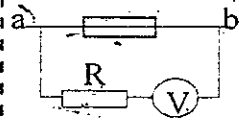
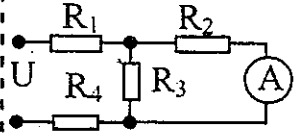
- 6.4.13. Плоский конденсатор состоит из двух пластин площадью 50 см^2 каждая. Между пластинами находится слой стекла. Какой наибольший заряд можно накопить на этом конденсаторе, если при напряженности поля 10 МВ/м в стекле происходит пробой конденсатора ?
- 6.4.14. Во сколько раз изменится емкость плоского конденсатора при уменьшении расстояния между пластинами в 2 раза и введении между ними диэлектрика с диэлектрической проницаемостью, равной 4 ?
- 6.4.15. Плоский конденсатор, площадь пластин которого $25 \times 25 \text{ см}^2$ и расстоянием между ними $0,5 \text{ мм}$ заряжен до 10 В и отключен от источника напряжения. Какова будет разность потенциалов между пластинами, если их раздвинуть до 5 мм ?
- 6.4.16. * Плоский воздушный конденсатор погрузили в воду так, что над водой находится девятая часть площади поверхности пластин. Во сколько раз изменилась его емкость ?
- 6.4.17. Между пластинами плоского конденсатора по всей площади проложили слюду (диэлектрик). Во сколько раз изменилась емкость конденсатора ?
- 6.4.18. * Плоский воздушный конденсатор зарядили до 50 В и отключили от источника тока. Затем между пластинами конденсатора вставили стеклянную пластину. Определить установившуюся разность потенциалов.
- 6.4.19. * Плоский воздушный конденсатор, заряженный до напряжения 200 В , отключили от источника напряжения. Каким будет напряжение на нем после заполнения пространства между его пластинами слюдой и увеличения расстояния между пластинами от 2 до 7 см ?
- 6.4.20. * Воздушный конденсатор емкостью 4 мкФ подключен к источнику 10 В . Какой заряд пройдет по соединительным проводам, если пространство между пластинами заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $1,5$?
- 6.4.21. * Какой заряд пройдет по проводам, соединяющим пластины плоского воздушного конденсатора с источником тока напряжением $6,3 \text{ В}$, при погружении конденсатора в керосин ? Площадь пластины конденсатора 180 см^2 , расстояние между пластинами 2 мм .
- 6.4.22. * Во сколько раз увеличится емкость плоского конденсатора, пластины которого расположены вертикально, если конденсатор погрузить до половины в жидкий диэлектрик с диэлектрической проницаемостью, равной 5 ?
- 6.4.23. * Две пластины конденсатора площадью 2 дм^2 находятся в керосине на расстоянии 4 мм друг от друга. С какой силой они взаимодействуют, если пластины заряжены до разности потенциалов 150 В ?
- 6.4.24. * Напряжение на батарее из двух последовательно включенных конденсаторов емкостью 20 и 30 мкФ равно 1 кВ . Чему равна разность напряжений на первом и втором конденсаторе ?
- 6.4.25. * Батарея из двух последовательно соединенных конденсаторов емкостью 300 и 500 пФ заряжена до разности потенциалов 12 кВ . Определить разность потенциалов на первом конденсаторе.
- 6.4.26. * Два последовательно соединенных конденсатора с емкостью 1 и 3 мкФ подключены к источнику напряжения 220 В . Найти напряжение на каждом конденсаторе.

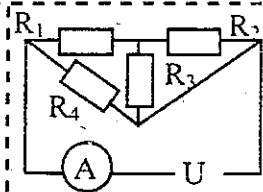
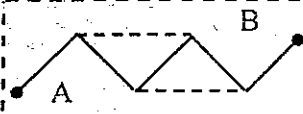
- 6.4.27. * Два плоских конденсатора электроемкостью по 2 мкФ каждый, соединенные последовательно, подключили к источнику напряжения 360 В и затем отключили. Определить напряжение на конденсаторах, если их соединить параллельно одноименными пластинами.
- 6.4.28. * Два конденсатора электроемкостью 4 и 1 мкФ соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения 220 В. Каково напряжение на конденсаторе меньшей емкости ?
- 6.4.29. * Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику тока. Во сколько раз изменится напряженность электрического поля в одном из них, если другой заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью 4 ?
- 6.4.30. * Два одинаковых конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику напряжения 12 В. На сколько изменится разность потенциалов на одном из конденсаторов, если другой погрузить в жидкость с диэлектрической проницаемостью 2 ?
- 6.4.31. * Бумага пробивается при напряженности поля 18 кВ/см. Два плоских конденсатора с изолятором из этой бумаги толщиной 2 мм, один электроемкостью 1,2 нФ, другой электроемкостью 0,4 нФ, соединены последовательно. При каком наименьшем напряжении будет пробита эта система ?
- 6.4.32. * Три конденсатора электроемкостью 0,1, 0,125 и 0,5 мкФ соединены последовательно и подключены к источнику напряжения 800 В. Какая разность потенциалов будет на первом конденсаторе ?
- 6.4.33. * Три воздушных конденсатора емкостью 1 мкФ каждый соединены последовательно. Конденсаторы отключены от источника ЭДС. Заряд этой батареи равен 0,1 мКл. Пространство между обкладками одного из конденсаторов заполняют диэлектриком с диэлектрической проницаемостью 2. Определите энергию, запасенную в батарее после заполнения конденсатора диэлектриком.
- 6.4.34. * Батарея из 5 последовательно соединенных конденсаторов емкостью 4 мкФ каждый поддерживается при постоянном напряжении 60 кВ. Одна из банок пробивается. Определить работу разряда конденсаторов.
- 6.4.35. * Определить электроемкость одного конденсатора, если для зарядки батареи, составленной из 4 одинаковых параллельно соединенных конденсаторов, током 0,2 А до напряжения 1000 В потребовалось 0,0004 с. Ток зарядки считать неизменным.
- 6.4.36. * Конденсаторы электроемкостью 1 и 2 мкФ заряжены до разности потенциалов 20 и 50 В, соответственно. После зарядки конденсаторы соединены одноименными полюсами. Найти напряжение на этой батарее.
- 6.4.37. * Незаряженный конденсатор электроемкостью 5 мкФ соединяют параллельно с конденсатором электроемкостью 20 мкФ, заряженным до 100 В. Какой заряд останется на втором конденсаторе ?
- 6.4.38. * Плоский заряженный конденсатор соединили параллельно с незаряженным плоским конденсатором, площадь обкладок которого вдвое больше первого. Во сколько раз изменился потенциал первого конденсатора ?
- 6.4.39. * Шесть конденсаторов электроемкостью 5 нФ каждый соединили параллельно и зарядили до 4 кВ. Какой заряд накоплен такой батареей ?

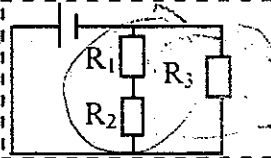
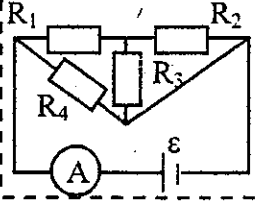
- 6.4.40. На батарею из трех параллельно соединенных конденсаторов электроемкостью 0,01, 0,03 и 0,06 мкФ подана разность потенциалов 1000 В. Определить заряд всей батареи.
- 6.4.41. Конденсатор, заряженный до разности потенциалов 20 В, соединили параллельно разноименными обкладками с заряженным до разности потенциалов 40 В вторым конденсатором электроемкостью 33 мкФ. После соединения напряжение на обкладках стало 2 В. Определить электроемкость первого конденсатора, если заряд на нем был больше, чем на втором.
- 6.4.42. Найти общую электроемкость соединенных по схеме конденсаторов, если $C_1 = 2$ мкФ, $C_2 = 3$ мкФ, $C_3 = 1$ мкФ.
- 
- 6.4.43. Определить электроемкость батареи конденсаторов, изображенной на рисунке, если $C_1 = 2$ мкФ, $C_2 = 4$ мкФ.
- 
- 6.4.44. Батарея из четырех одинаковых конденсаторов включена один раз по схеме А, другой раз по схеме Б. Найти отношение емкостей полученных батарей C_B к C_A если $C = 4$ мкФ.
- 
- 6.4.45. Какое количество теплоты выделяется при замыкании пластин конденсатора электроемкостью 5 мФ, заряженного до потенциала 300 В?
- 6.4.46. Какое количество теплоты выделяется при заземлении заряженного до потенциала 3000 В металлического шара радиусом 5 см?
- 6.4.47. Шар радиусом 25 см заряжен до потенциала 600 В. Какое количество тепла выделится в проводнике, если шар заземлить?
- 6.4.48. Плоский воздушный конденсатор после зарядки отключают от источника напряжения и погружают в керосин. Во сколько раз изменится энергия, накопленная в конденсаторе?
- 6.4.49. Площадь пластины слюдяного конденсатора 36 см², толщина слоя диэлектрика 0,14 см. Вычислить энергию конденсатора, если разность потенциалов на его обкладках 300 В.
- 6.4.50. На корпусе конденсатора написано 100 мкФ, 200 В. Какую максимальную энергию можно сообщить конденсатору?
- 6.4.51. При сообщении конденсатору заряда 5 мкКл его энергия оказалась равной 0,01 Дж. Определить напряжение на обкладках конденсатора.
- 6.4.52. Два удаленных друг от друга одинаковых шара емкостью 4,7 мкФ каждый, заряжены до потенциалов +1000 и -1000 В. Определить энергию, которая выделится в проводнике при соединении шаров.
- 6.4.53. В импульсной фотовспышке лампа питается от конденсатора емкостью 800 мкФ, заряженного до напряжения 300 В. Найти среднюю мощность вспышки, если продолжительность разрядки 2,4 мс.
- 6.4.54. Напряженность электрического поля конденсатора электроемкостью 0,8 мкФ равна 1 кВ/м. Определить энергию электрического поля конденсатора, если расстояние между его обкладками равно 1 мм.

- 6.4.55. Определить работу, которую необходимо совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами плоского конденсатора на 3 см. Площадь пластины 200 см^2 , заряд составляет $0,2 \text{ мкКл}$.
- 6.4.56. Парафиновая пластинка заполняет все пространство между обкладками плоского конденсатора. Электроёмкость конденсатора с парафином 4 мкФ , его заряд $0,2 \text{ мкКл}$. Какую работу нужно совершить, чтобы вытащить пластину из конденсатора?
- 6.4.57. Определить количество электрической энергии, перешедшей в тепло при соединении одноименно заряженных обкладок конденсаторов электроёмкостью 2 и $0,5 \text{ мкФ}$, заряженных до напряжений 100 и 50 В , соответственно.
- 6.4.58. Три воздушных конденсатора электроёмкостью 1 мкФ каждый соединены параллельно. Конденсаторы отключены от источника ЭДС. Заряд этой батареи равен 1 мкКл . Пространство между обкладками одного из конденсаторов заполняют диэлектриком с диэлектрической проницаемостью 2 . Определить энергию, запасенную в батарее после заполнения конденсатора диэлектриком.
- 6.4.59. Плоский конденсатор имеет в качестве изолирующего слоя пластинку из слюды толщиной 2 мм и площадью 300 см^2 . Конденсатор заряжают до напряжения 100 В , затем отключают от источника напряжения. Определить работу, которую нужно совершить, чтобы вынуть пластинку из конденсатора.
- 6.4.60. Два одинаковых плоских конденсатора электроёмкостью 1 мкФ соединены параллельно и заряжены до напряжения 1 В . Пластины одного из конденсаторов разводят на большое расстояние. Найти энергию образовавшейся системы.
- 6.4.61. Конденсаторы соединены в батарею, причем $C_1 = C_2 = 2 \text{ мкФ}$, $C_3 = C_4 = C_5 = 6 \text{ мкФ}$. Определить напряжение на батарее, если в ней запасена энергия $0,135 \text{ Дж}$.
- 
- 6.4.62. Принимая протон и электрон, из которых состоит атом водорода, за точечные заряды, находящиеся на расстоянии $0,05 \text{ нм}$, найти плотность энергии электрического поля на середине расстояния между ними.
- 6.4.63. Плоский воздушный конденсатор, площадь пластины которого равна S , заряжен до разности потенциалов U . Напряженности поля в конденсаторе E . Указать формулу поверхностной плотности заряда на пластинах конденсатора.
- 6.4.64. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику с постоянной ЭДС. Пространство между обкладками одного из конденсаторов заполняется диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 3$. Во сколько раз изменится напряженность поля в этом конденсаторе.
- 6.4.65. Три одинаковых конденсатора соединены, как показано на рисунке. При разности потенциалов между точками A и B в 1000 В энергия батареи конденсаторов равна 3 Дж . Найти ёмкость каждого конденсатора.
- 

6.4.66.	Три одинаковых конденсатора соединены, как показано на рисунке. При разности потенциалов между точками А и Б в 1000 В энергия батареи конденсаторов равна 2 Дж. Найти емкость каждого конденсатора.	
6.4.67.	Три одинаковых конденсатора соединены, как показано на рисунке. При разности потенциалов между точками А и Б в 1000 В энергия этой батареи конденсаторов равна 1 Дж. Найти емкость каждого конденсатора.	
6.4.68.	Площадь каждой пластины плоского вакуумного конденсатора S. Конденсатор заряжен зарядом q и отключен от источника тока. Какую необходимо совершить работу, чтобы увеличить расстояние между пластинами на Δx ?	
7.	7. ПОСТОЯННЫЙ ТОК	
7.1.	7.1. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление	
7.1.1.	Определить силу тока, проходящего через сопротивление 15 Ом, если напряжение на нем составляет 21 В.	
7.1.2.	Определить падение напряжения на проводнике, имеющем сопротивление 10 Ом, если известно, что за три минуты по проводнику прошел заряд 90 Кл.	
7.1.3.	Через лампочку накаливания проходит ток 0,8 А. Сколько электронов проводимости проходит через поперечное сечение волоска лампы в 1 с?	
7.1.4.	Удлинитель длиной 30 м сделан из медного провода диаметром 1,3 мм. Каково сопротивление удлинителя?	
7.1.5.	Эквивалентное сопротивление трех параллельно соединенных проводников равно 30 Ом, а их сопротивления относятся, как 1 : 3 : 5. Определить большее из сопротивлений этих проводников.	
7.1.6.	Проволока имеет сопротивление 36 Ом. Когда ее разрезали на несколько равных частей и соединили эти части параллельно, то получилось сопротивление 1 Ом. На сколько частей разрезали проволоку?	
7.1.7.	Определить плотность тока, текущего по медной проволоке длиной 10 м, на которую подано напряжение 17 мВ.	
7.1.8.	Определить плотность тока, если за 0,4 с через проводник сечением 1,2 мм ² прошло $6 \cdot 10^{18}$ электронов.	
7.1.9.	Найти плотность тока в стальном проводнике длиной 10 м, на который подано напряжение 0,12 В.	
7.1.10.	Какое напряжение надо приложить к концам стального проводника длиной 30 см и сечением 1,5 мм ² , чтобы получить ток 10 А?	
7.1.11.	Допустимый ток для изолированного медного провода площадью поперечного сечения 1 мм ² при продолжительной работе равен 11 А. Сколько метров такой проволоки можно включить в сеть с напряжением 110 В без дополнительного сопротивления?	
7.1.12.	Определить падение напряжения на полностью включенном реостате, изготовленном из никелинового провода, длиной 7,5 м. Плотность тока равна 1,5 А/мм ² .	

- 7.1.13. Определить падение напряжения в линии электропередачи длиной 500 м при токе в ней 15 А. Проводка выполнена алюминиевым проводом сечением 14 мм^2 .
- 7.1.14. Найти массу алюминиевого провода, из которого изготовлена линия электропередачи длиной 500 м, если при токе 15 А на концах линии возникает разность потенциалов 10 В.
- 7.1.15. Вольтметр показывает 6 В. Найти напряжение на концах участка цепи, состоящей из последовательно включенных вольтметра и сопротивления, если сопротивление вольтметра 80 Ом, а $R = 500 \text{ Ом}$.
- 
- 7.1.16. На сколько надо повысить температуру медного проводника, взятого при 0°C , чтобы его сопротивление увеличилось в три раза?
- 7.1.17. Медная проволока при 0°C имеет сопротивление R . До какой температуры надо нагреть проволоку, чтобы ее сопротивление увеличилось в 2 раза?
- 7.1.18. Вольфрамовая нить электрической лампы при температуре 2000°C имеет сопротивление 204 Ом. Определить ее сопротивление при температуре 20°C .
- 7.1.19. Определить сопротивление вольфрамовой нити электрической лампы при 24°C , если она имеет сопротивление 484 Ом при температуре 2100°C .
- 7.1.20. Сопротивление медной проволоки при температуре 20°C равно 0,04 Ом. Когда по ней шел ток, ее сопротивление стало 0,044 Ом. Найти температуру проволоки.
- 7.1.21. При нагревании металлического проводника от 0 до 250°C его сопротивление увеличилось в 2 раза. Каков температурный коэффициент сопротивления вещества этого проводника?
- 7.1.22. До какой температуры нагревается нихромовая электрогрелка, если известно, что ток, проходящий через обмотку в момент ее включения ($t_1 = 20^\circ\text{C}$), в 1,05 раза превышает рабочий ток?
- 7.1.23. Плотность тока в проводнике сечением $0,5 \text{ мм}^2$ равна $3,2 \text{ мА/мм}^2$. Сколько электронов проходит через поперечное сечение проводника за 1 мин?
- 7.1.24. * По проводнику с поперечным сечением $0,5 \text{ см}^2$ течет ток силой 3 А. Найти среднюю скорость направленного движения электронов, если в 1 см^3 металла содержится $4 \cdot 10^{22}$ свободных электронов.
- 7.1.25. * Средняя скорость упорядоченного движения электронов в медной проволоке сечением 1 мм^2 равна 74 мкм/с. Какова сила тока в проводнике, если считать, что из каждого атома меди освобождаются два свободных электрона?
- 7.1.26. * К концам медного провода длиной 200 м приложено напряжение 18 В. Определить среднюю скорость упорядоченного движения электронов проводимости в проводнике, зная, что концентрация электронов проводимости в нем составляет $3 \cdot 10^{23} \text{ см}^{-3}$.
- 7.1.27. * Какой ток покажет амперметр, если напряжение $U = 15 \text{ В}$, сопротивления $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$, $R_3 = 10 \text{ Ом}$ и $R_4 = 5 \text{ Ом}$. Внутренним сопротивлением амперметра пренебречь.
- 

- 7.1.28. За одну минуту через поперечное сечение проводника прошел заряд 180 Кл. При этом первые 20 с сила тока равномерно возрастала от нуля до некоторой величины I_0 , затем 30 с не менялась, а последние 10 с равномерно уменьшалась до нуля. Найдите I_0 .
- 7.1.29. Какой ток покажет амперметр, если $R_1 = 1,25 \text{ Ом}$, $R_2 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$, $R_4 = 7 \text{ Ом}$, напряжение $U = 7,3 \text{ В}$? Сопротивлением амперметра пренебречь.
- 
- 7.1.30. В рентгеновской трубке пучок электронов с плотностью тока $0,2 \text{ А/мм}^2$ попадает на участок скошенного торца металлического стержня. Площадь этого участка 1 см^2 , а ось пучка образует угол 30° с поверхностью торца. Определить ток в стержне.
- 7.1.31. За какое время в металлическом проводнике с током 32 мкА через поперечное сечение проводника проходит $2 \cdot 10^5$ электронов?
- 7.1.32. Анодный ток в радиолампе равен 16 мА. Сколько электронов попадает на анод лампы за 1 с?
- 7.1.33. Участок цепи АВ состоит из пяти одинаковых проводников с общим сопротивлением 5 Ом. Найти сопротивление участка цепи АВ, если в цепь добавить еще два таких проводника, подсоединив их по штриховым линиям, изображенным на рисунке.
- 
- 7.1.34. Четыре лампы накаливания сопротивлением 110 Ом каждая включены в сеть с напряжением 220 В, как показано на рисунке. Найти ток в каждой лампе.
- 
- 7.2. Закон Ома для полной цепи
- 7.2.1. Источник тока с ЭДС 18 В имеет внутреннее сопротивление 6 Ом. Какой ток потечет через сопротивление 30 Ом, подсоединенное к этому источнику?
- 7.2.2. Кислотный аккумулятор имеет ЭДС 2 В, а внутреннее сопротивление 0,5 Ом. Определить силу тока при коротком замыкании.
- 7.2.3. Определить ЭДС источника питания, если при перемещении заряда 10 Кл сторонняя сила совершает работу в 120 Дж.
- 7.2.4. К источнику тока с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подсоединили параллельно два проводника сопротивлением 10 и 50 Ом. Найти напряжение на зажимах источника.
- 7.2.5. При внешнем сопротивлении 3,75 Ом в цепи идет ток 0,5 А. Когда в цепь ввели еще сопротивление 1 Ом, сила тока стала равной 0,4 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.
- 7.2.6. Источник тока замкнут внешним резистором. Определить отношение электродвижущей силы источника тока к разности потенциалов на его клеммах, если сопротивление резистора в 4 раза больше внутреннего сопротивления источника тока.
- 7.2.7. ЭДС аккумуляторной батареи равна 12 В, внутреннее сопротивление 0,06 Ом, а сопротивление всех электрических потребителей 2 Ом. Каково напряжение на зажимах батареи?

- 7.2.8. ЭДС батареи равна 1,55 В. При замыкании ее на нагрузку сопротивлением 3 Ом напряжение на полюсах батареи становится 0,95 В. Каково ее внутреннее сопротивление ?
- 7.2.9. В цепи, состоящей из источника тока с ЭДС 3 В и резистора сопротивлением 20 Ом, напряжение на резисторе оказалось 2 В. Определить ток короткого замыкания.
- 7.2.10. ЭДС элемента 15 В. Ток короткого замыкания равен 20 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника ? Каким будет напряжение на зажимах, если элемент замкнуть сопротивлением 1 Ом ?
- 7.2.11. Определить ток короткого замыкания источника тока, если при внешнем сопротивлении 50 Ом ток в цепи 0,2 А, а при сопротивлении 110 Ом ток – 0,1 А.
- 7.2.12. Батарея с ЭДС в 6 В и внутренним сопротивлением 1,4 Ом питает внешнюю цепь, состоящую из двух параллельных сопротивлений 2 и 8 Ом. Определить силу тока во втором сопротивлении.
- 7.2.13. Определить силу тока в проводнике R_1 , если ЭДС источника 14 В, его внутреннее сопротивление 1 Ом, $R_1 = R_3 = 10$ Ом, $R_2 = 5$ Ом.
- 
- 7.2.14. В сеть с напряжением 220 В включены последовательно десять ламп сопротивлением по 24 Ом и напряжением 12 В каждая. Лишнее напряжение поглощается реостатом. Определить сопротивление реостата.
- 7.2.15. ЭДС источника 6 В. При внешнем сопротивлении цепи 1 Ом сила тока 3 А. Какой будет сила тока короткого замыкания ?
- 7.2.16. Источник тока с внутренним сопротивлением 1,5 Ом замкнут на резистор 1,5 Ом. Когда в цепь последовательно включили второй источник ЭДС, равный первому, то сила тока в цепи не изменилась. Каково внутреннее сопротивление второго источника ?
- 7.2.17. Генератор с ЭДС 80 В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом соединен со сварочным аппаратом, имеющим сопротивление 0,5 Ом. Подводящие провода имеют сопротивление 0,1 Ом. Определить напряжение на клеммах генератора.
- 7.2.18. Для включения в сеть дуговой лампы, рассчитанной на напряжение 42 В и силу тока 10 А, требуется дополнительное сопротивление 8,5 Ом. Определить напряжение сети.
- 7.2.19. Определить внутреннее сопротивление источника тока, имеющего ЭДС 1,1 В, если подключенный к его клеммам вольтметр показывает 1 В при внешнем сопротивлении 2 Ом.
- 7.2.20. *Какой ток покажет амперметр, если $R_1 = 1,5$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, $R_3 = 5$ Ом, $R_4 = 8$ Ом, ЭДС источника и его внутреннее сопротивление соответственно равны 1,5 В и 0,5 Ом ?
- 
- 7.2.21. Батарея гальванических элементов с ЭДС 15 В и внутренним сопротивлением 5 Ом замкнута проводником с сопротивлением 10 Ом. К зажимам батареи подключен конденсатор емкостью 1 мкФ. Определить величину заряда на конденсаторе.

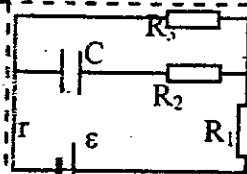
- 7.2.22. * В сеть с напряжением 24 В включены два последовательно соединенных резистора. При этом сила тока 0,6 А. Когда резисторы подключили параллельно, сила тока стала 3,2 А. Определить большее из двух сопротивлений.
- 7.2.23. * Щелочной аккумулятор создает силу тока 0,8 А, если его замкнуть на сопротивление 1,5 Ом. При замыкании аккумулятора на сопротивление 3,25 Ом возникает сила тока 0,4 А. Определить ЭДС аккумулятора.
- 7.2.24. * Какова ЭДС источника, если при измерении напряжения на его зажимах вольтметром с внутренним сопротивлением 20 Ом мы получаем напряжение 1,37 В, а при замыкании источника на сопротивление 10 Ом получаем ток 0,132 А?
- 7.2.25. * Два источника тока с ЭДС 2 и 1,2 В, внутренними сопротивлениями 0,5 и 1,5 Ом соответственно соединены последовательно. Сопротивление внешней цепи 5 Ом. Определить напряжение на клеммах второго источника.
- 7.2.26. * Аккумулятор подключен для зарядки к сети с напряжением 12,5 В. Внутреннее сопротивление аккумулятора 1 Ом. Найти ЭДС аккумулятора, если амперметр показывает 0,5 А.
- 7.2.27. * Батарея элементов замкнута двумя проводниками сопротивлением 4 Ом каждый, соединенными параллельно. При этом напряжение на зажимах батареи 6 В. Если один проводник отключить, напряжение на зажимах будет 8 В. Определите ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.
- 7.2.28. * Цепь состоит из аккумулятора с внутренним сопротивлением 5 Ом и нагрузки 15 Ом. При подключении к нагрузке некоторого резистора параллельно, а затем последовательно ток через этот резистор не меняется. Чему равно сопротивление резистора?
- 7.2.29. * Два источника с одинаковыми ЭДС 2 В и внутренними сопротивлениями 0,2 и 0,4 Ом соединены последовательно. При каком внешнем сопротивлении напряжение на зажимах второго источника равно нулю?
- 7.2.30. * Источник тока имеет ЭДС 12 В. Сила тока в цепи 4 А, напряжение на внешнем сопротивлении 11 В. Определите ток короткого замыкания.
- 7.2.31. * Два элемента с внутренним сопротивлением 0,2 и 0,4 Ом соединены одинаковыми полюсами. Напряжение на зажимах элементов равно 1,5 В. ЭДС первого элемента 1,2 В. Найти ЭДС второго элемента.
- 7.2.32. * Два элемента соединены параллельно. Один имеет ЭДС $E_1 = 2$ В и внутреннее сопротивление $r_1 = 0,3$ Ом, другой $E_2 = 1,5$ В и $r_2 = 0,2$ Ом. Определить напряжение на зажимах элементов. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.
- 7.2.33. * Два элемента с ЭДС, равными $E_1 = 1,5$ В и $E_2 = 2$ В, соединены одинаковыми полюсами. Вольтметр, подключенный к клеммам батареи, показал напряжение 1,7 В. Определить отношение внутренних сопротивлений r_1/r_2 . Током вольтметра пренебречь.
- 7.2.34. * Определить число последовательно соединенных элементов с ЭДС 1,2 В и внутренним сопротивлением 0,1 Ом каждый, если при подключении этой батареи к двум резисторам 6 и 9 Ом, соединенным параллельно, ток в цепи 3 А.

- 7.2.35. *Источники тока с внутренним сопротивлением $1,5 \text{ Ом}$ замкнуты на резистор $1,5 \text{ Ом}$. Когда в цепь последовательно включили второй источник с ЭДС, равной ЭДС первого, то сила тока в цепи не изменилась. Каково внутреннее сопротивление второго источника?
- 7.2.36. *В схеме, показанной на рисунке, внутреннее и внешние сопротивления одинаковы, а расстояние между пластинами плоского конденсатора составляет 5 мм . Какова должна быть ЭДС батареи, чтобы напряженность поля в конденсаторе была 2 кВ/м ?
- 
- 7.2.37. *Имеются 5 одинаковых аккумуляторов с внутренним сопротивлением 1 Ом каждый. Определить, каким должно быть сопротивление внешней цепи, чтобы сила тока в ней была одинакова при последовательном и параллельном соединении этих аккумуляторов.
- 7.2.38. *Определите заряд на обкладках конденсатора $C = 1 \text{ мкФ}$ в цепи, изображенной на рисунке. ЭДС источника $E = 4 \text{ В}$, внутреннее сопротивление источника тока 2 Ом , $R = 14 \text{ Ом}$.
- 
- 7.2.39. *Конденсатор и проводник соединены параллельно и подключены к источнику с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом . Определить заряд, накопленный конденсатором. Емкость конденсатора $0,3 \text{ мкФ}$, сопротивление проводника 5 Ом .
- 7.2.40. *Определите заряд на обкладках конденсатора $C = 1 \text{ мкФ}$. ЭДС источника 4 В , внутреннее сопротивление равно 2 Ом , $R = 14 \text{ Ом}$.
- 
- 7.2.41. *Проволока из нихрома изогнута в виде кольца радиусом 1 м . В центре кольца помещен источник тока с ЭДС 2 В и внутренним сопротивлением $1,5 \text{ Ом}$. Элемент соединен с точками C и D кольца по диаметру с помощью такой же нихромовой проволоки сечением 1 мм^2 . Определить разность потенциалов между точками C и D.
- 
- 7.2.42. *Указать направление вектора сторонней силы, действующей на положительный заряд q , находящийся в пространстве между обкладками источника постоянного тока.
- 
- 7.2.43. *В конце заряда батареи аккумуляторов током I_1 присоединенный к ней вольтметр показывал напряжение U_1 . В начале разрядки батареи током I_2 тот же вольтметр показывал напряжение U_2 . Током, проходящим по вольтметру, пренебречь. Найти ЭДС батареи.
- 7.2.44. *Источники тока, имеющие одинаковые внутренние сопротивления $r = 1 \text{ Ом}$, подключены к резисторам, каждый из которых имеет сопротивление $R = 4 \text{ Ом}$, ЭДС источника тока $\varepsilon_1 = 12 \text{ В}$. Определить ЭДС ε_2 , при которой ток, протекающий через источник ε_2 равен нулю.
- 

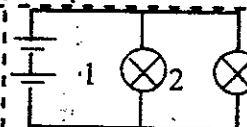
7.2.45. * Источники тока, имеющие одинаковые внутренние сопротивления $r = 0,5$ Ом, подключены к одинаковым резисторам R . ЭДС источников тока $\varepsilon_1 = 12$ В, $\varepsilon_2 = 6$ В. Определите величину сопротивления R , при котором ток, протекающий через источник ε_2 , равен нулю.



7.2.46. * В указанной электрической схеме $R_1 = R_2 = R_3 = 6$ Ом, ЭДС источника тока $\varepsilon = 3,9$ В, а его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. Найти разность потенциалов на пластинах конденсатора.



7.2.47. * К полюсам батареи из двух источников, каждый с ЭДС 75 В и внутренним сопротивлением 4 Ом, подведены две медные шины сопротивлением 10 Ом каждая. К концам шин и к их серединам подключены две лампочки сопротивлением 20 Ом каждая. Сопротивлением подводящих проводов пренебречь. Чему равен ток во второй лампочке?



7.3. Ток в жидкостях и газах

7.3.1. * Через некоторое сечение электролитической ванны положительные ионы перенесли за 1 с заряд 3 Кл, а отрицательные ионы – заряд 2 Кл. Определить силу тока во внешней цепи.

7.3.2. * В газе между двумя электродами образуется $2 \cdot 10^{18}$ ионов в секунду. Найти силу тока в газе, если все ионы достигают катода, а заряд каждого иона равен заряду электрона.

7.3.3. * Определите массу алюминия, который отложится на катоде за 10 ч при электролизе $Al_2(SO_4)_3$, если сила тока через электролит 1 А.

7.3.4. * Цинковый анод массой 5 г поставлен в электролитическую ванну, через которую проходит ток 2 А. Через какое время анод полностью израсходуется на покрытие металлических изделий?

7.3.5. * При какой силе тока протекает электролиз водного раствора сульфата меди, если за 50 мин на катоде выделилось 6 г меди?

7.3.6. * Определить затраты электроэнергии на получение 1 кг алюминия из трехвалентного состояния, если электролиз ведется при напряжении 10 В.

7.3.7. * Через раствор медного купороса в течение 2 с протекал электрический ток силой 3,2 А. Чему равно общее число ионов, подошедших за это время к аноду и катоду?

7.3.8. * При электролизе сернокислого цинка $ZnSO_4$ в течение 4 ч выделилось 24 г цинка. Определить сопротивление электролита, если на электроды подано напряжение 10 В.

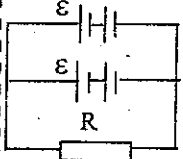
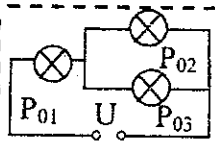
7.3.9. * Электролиз алюминия проводится при напряжении 10 В на установке с КПД 80 %. Какое количество электроэнергии необходимо затратить на получение 1 кг трехвалентного металла?

7.3.10. * Определите массу выделившейся на электроде меди, если затрачено 6 кВт·ч электроэнергии. Напряжение на клеммах электролитической ванны 12 В. Электрохимический эквивалент меди $k = 3,3 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл.

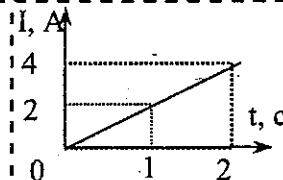
- 7.3.11. * При никелировании изделий в течение 2 ч отложился слой никеля толщиной 0,03 мм. Найти плотность тока при электролизе. Электрохимический эквивалент никеля $k = 0,3 \text{ мг/Кл}$.
- 7.3.12. * При электролизе медного купороса за 1 ч выделяется медь массой, равной 0,5 г. Площадь электродов, опущенных в электролит, равна 75 см^2 . Найдите плотность тока.
- 7.3.13. * При электролизе раствора серной кислоты за 50 минут выделилось 0,3 г водорода. Определить мощность, расходуемую на нагревание электролита, если сопротивление его 0,4 Ом.
- 7.3.14. * Определите сопротивление раствора серной кислоты, если известно, что при прохождении тока за 4 ч выделилось 4 г водорода. Мощность, затраченная на нагревание электролита, 200 Вт.
- 7.3.15. * Две электролитические ванны соединены последовательно. В первой ванне выделилось 19,5 г цинка, во второй за это же время – 11,2 г железа. Цинк двухвалентен. Какова валентность железа?
- 7.3.16. * Какой толщины слой серебра образовался на изделии за 3 мин, если плотность тока в растворе азотнокислого серебра AgNO_3 $2,6 \text{ А/м}^2$?
- 7.3.17. * Плотность тока при серебрении контактов проводов равна 40 А/м^2 . Определить толщину покрытия, если серебрение продолжалось 4 мин.
- 7.3.18. * В ряде производств водород получают электролизом воды. При каком токе, пропускаемом через электролитическую ванну, можно получить 1 м^3 водорода в час? Расчет провести для нормальных условий.
- 7.3.19. * Никелирование пластинок производится при плотности тока $0,4 \text{ А/дм}^2$. С какой скоростью растет толщина слоя никеля?
- 7.3.20. * Электролиз воды ведется при силе тока 2,6 А, причем в течение часа получено 0,5 л кислорода под давлением 133 кПа. Определить температуру кислорода.
- 7.3.21. * Сколько электроэнергии надо затратить для получения 2,5 л водорода при температуре 25°C и давлении 100 кПа, если электролиз ведется при напряжении 5 В и КПД установки 75 %. Электрохимический эквивалент водорода $1,04 \cdot 10^{-8} \text{ кг/Кл}$?
- 7.3.22. * Электрический пробой воздуха наступает при напряженности поля 3 МВ/м. Определить потенциал ионизации воздуха, если длина свободного пробега электронов 5 мкм.
- 7.3.23. * Сила тока, характеризующая поток электронов в электронно-лучевой трубке, 400 мкА, ускоряющее напряжение 10 кВ. Найдите силу давления электронного пучка на экран трубки, полагая, что все электроны поглощаются экраном.
- 7.3.24. * Через раствор медного купороса пропускают ток, изменяющийся по линейному во времени закону $I = 10 - 0,02 \cdot t$ (А). Сколько меди выделится на катоде через 200 с после пропускания такого тока?
- 7.3.25. * Определить массу меди, выделившейся из раствора медного купороса за 100 с, если сила тока, протекающего через электролит, менялась по закону $I = 5 - 0,02 \cdot t$ (А).
- 7.3.26. * Электрохимический эквивалент меди $3,3 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}$. Сколько меди выделится на электроде при непрерывной работе электролитической ванны в течение 1 ч 40 мин с постоянным током 100 А?

- 7.3.27. К источнику с ЭДС 200 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подсоединены последовательно две электролитические ванны с раствором сульфата никеля, каждая из которых обладает сопротивлением 4 Ом. Электрохимический эквивалент никеля равен $3 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. ЭДС поляризации можно пренебречь. Через какое время на катоде каждой ванны отложится слой никеля массы 7,2 г ?
- 7.4. 7.4. Работа и мощность тока
- 7.4.1. По проводнику сопротивлением 20 Ом за 5 мин прошло количество электричества 300 Кл. Определить работу тока за это время.
- 7.4.2. Электрический паяльник рассчитан на напряжение 120 В при токе 0,6 А. Какое количество теплоты выделится в паяльнике за 10 мин работы ?
- 7.4.3. Батарея, включенная на сопротивление 2 Ом, дает ток 1,6 А. Найти мощность, которая теряется на сопротивлении.
- 7.4.4. Дуговая сварка ведется при напряжении 40 В и силе тока 500 А. Определить энергию, израсходованную за 30 мин работы.
- 7.4.5. К источнику тока с внутренним сопротивлением 0,6 Ом подключено внешнее сопротивление 4 Ом. Определите КПД источника тока.
- 7.4.6. Чему равен КПД источника тока с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом, если в цепи течет ток силой 4,8 А ?
- 7.4.7. Кипятильник работает от сети с напряжением 125 В. Какая энергия расходуется в кипятильнике за 10 мин, если через него за это время проходит 4000 Кл электричества ?
- 7.4.8. Во сколько раз увеличится количество теплоты, выделяемое электроплиткой, если сопротивление ее спирали уменьшить в 2 раза, а напряжение в сети увеличить в 2 раза ?
- 7.4.9. Какое количество электроэнергии расходуется на получение 5 кг алюминия, если электролиз ведется при напряжении 20 В, а КПД всей установки 88 % ? Валентность алюминия равна 3.
- 7.4.10. Во сколько раз изменятся тепловые потери в линии электропередачи при увеличении напряжения в линии с 11 до 110 кВ при условии передачи одинаковой мощности ?
- 7.4.11. Найти полезную мощность, которую может дать батарея, ЭДС которой равна 24 В, если внешнее сопротивление составляет 23 Ом, а внутреннее сопротивление равно 1 Ом.
- 7.4.12. Два резистора сопротивлением 2 и 5 Ом соединены последовательно и включены в сеть постоянного напряжения. Какая мощность выделяется на сопротивлении 5 Ом, если на сопротивлении 2 Ом выделяется мощность 30 Вт ?
- 7.4.13. Определите силу тока в кипятильнике, если подключенный к напряжению 12 В, он нагревает 200 мл воды от 20 до 100⁰С за 5 мин.
- 7.4.14. Напряжение на зажимах автотранспортного генератора равно 24 В. Определить работу тока во внешней цепи за 10 ч, если сопротивление цепи 0,19 Ом.
- 7.4.15. Поперечное сечение медной шины 80 мм². Какое количество теплоты выделится на 1 м длины шины за 1 с при протекании тока 10 000 А ?
- 7.4.16. Мощность автомобильного стартера 6000 Вт. Какова сила тока, проходящего через стартер, во время запуска двигателя, если напряжение на его клеммах 12 В ?

- 7.4.17. Две лампы имеют одинаковые мощности. Одна из них рассчитана на напряжение 120 В, а другая – на напряжение 220 В. Во сколько раз отличаются сопротивления ламп ?
- 7.4.18. ЭДС источника тока равна 2 В, внутреннее сопротивление 1 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность 0,75 Вт. Этим значениям удовлетворяют 2 значения силы тока. Чему равна их разность ?
- 7.4.19. На сколько градусов изменится температура воды в калориметре, если через нагреватель пройдет 300 Кл электричества ? Напряжение на нагревателе 210 В, масса воды 5 кг.
- 7.4.20. Через поперечное сечение спирали нагревательного элемента паяльника каждую секунду проходит $0,5 \cdot 10^{19}$ электронов проводимости. Определить мощность паяльника, если он подключен в сеть с напряжением 220 В.
- 7.4.21. Какую максимальную полезную мощность может выделить аккумулятор с ЭДС 10 В и внутренним сопротивлением 1 Ом ?
- 7.4.22. Два проводника, соединенных параллельно, имеют сопротивления 4 и 8 Ом. При включении в сеть в первом выделилось 30 кДж теплоты. Какое количество теплоты выделится за это же время в обоих проводниках, соединенных последовательно ?
- 7.4.23. Масса воды в нагревателе 2,5 кг. На сколько градусов повысится температура воды, если через нагреватель пройдет 600 Кл электричества при напряжении 220 В ?
- 7.4.24. Мощность, выделяемая на резисторе, подключенном к источнику тока с ЭДС 3,0 В и внутренним сопротивлением 1 Ом, равна 2 Вт. Определить минимальную силу тока в цепи.
- 7.4.25. Из комнаты за сутки теряется 87 МДж тепла. Какой длины нужна нихромовая проволока диаметром 0,001 м для электропечи, поддерживающей постоянную температуру в комнате ? Печь питается напряжением 120 В.
- 7.4.26. Две одинаковые лампочки мощностью 50 Вт каждая, рассчитанные на напряжение 10 В, соединены параллельно и присоединены к аккумулятору с внутренним сопротивлением 0,5 Ом. Одна из лампочек перегорела и ее заменили другой, рассчитанной на то же напряжение, но с мощностью 25 Вт. Во сколько раз при этом изменится КПД аккумулятора ?
- 7.4.27. Электrolампа с вольфрамовой спиралью в момент включения при 20°C потребляет мощность 500 Вт. Какую мощность она будет потреблять при температуре 2500°C , если температурный коэффициент сопротивления вольфрама $0,0045 \text{ K}^{-1}$?
- 7.4.28. Электробритва имеет мощность 15 Вт и рассчитана на напряжение 110 В. При напряжении в сети 220 В последовательно с бритвой включается лампа накаливания на 110 В. Какова должна быть мощность лампы, чтобы электробритва работала в нормальном режиме ?
- 7.4.29. При замыкании источника тока с внутренним сопротивлением 2 Ом на сопротивление 4 Ом напряжение на зажимах становится равным 6 В. Найти полную мощность источника тока.
- 7.4.30. Емкость аккумулятора 75 А·ч. Какую работу должен совершить источник тока для зарядки этого аккумулятора, если его ЭДС равна 4 В, а КПД составляет 60% ?

- 7.4.31. Электроплитка, работающая от сети с напряжением 220 В, расходует мощность 600 Вт. Какой будет ее мощность, если ее включить в сеть с напряжением 127 В ?
- 7.4.32. * Девять нагревательных элементов с сопротивлением 1 Ом каждый соединены по три последовательно в три параллельные ветви. ЭДС источника 10 В, внутреннее сопротивление 1 Ом. Какая мощность выделяется во внешней цепи ?
- 7.4.33. * Скоростной лифт массой 1600 кг за 300 с поднимается на высоту 30 м. Определить силу тока, потребляемого двигателем. Напряжение на клеммах 380 В, КПД двигателя 0,9.
- 7.4.34. * Четыре одинаковых источника тока соединены, как показано на рисунке. ЭДС каждого источника равна 3 В, внутреннее сопротивление 0,5 Ом. Определите мощность, выделяющуюся на внешнем сопротивлении $R = 2$ Ом.
- 
- 7.4.35. * На сколько градусов поднимется температура медного стержня, если по нему в течение 0,5 с будет проходить ток плотностью 9 А/мм^2 ?
- 7.4.36. * Определить ток короткого замыкания источника питания, если при токе 15 А он отдает во внешнюю цепь мощность 135 Вт, а при токе 6 А – мощность 64,8 Вт.
- 7.4.37. * ЭДС батареи аккумуляторов 12 В. Сила тока короткого замыкания 5 А. Какую наибольшую мощность можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей ?
- 7.4.38. * В электрочайник с сопротивлением 140 Ом налита вода массой 1,5 кг при температуре 20°C . Через 20 мин выкипело 10 % воды при силе тока 4 А. Найти КПД чайника.
- 7.4.39. * Два элемента с ЭДС 5 и 10 В и внутренними сопротивлениями 1 и 2 Ом соединены последовательно и замкнуты на внешнее сопротивление. При этом внутри второго элемента теряется мощность 4,5 Вт. Каково напряжение на его клеммах ?
- 7.4.40. * Батарея состоит из параллельно соединенных источников тока. При силе тока во внешней цепи 2 А полезная мощность равна 7 Вт. Определить число элементов в батарее, если ЭДС каждого элемента равна 5,5 В, а внутреннее сопротивление – 5 Ом.
- 7.4.41. * Три лампочки мощностью $P_{01} = 50$ Вт и $P_{02} = 25$ Вт и $P_{03} = 50$ Вт, рассчитанные на напряжение $U = 100$ В каждая, соединены, как показано на рисунке, и включены в сеть напряжением $U = 200$ В. Определить мощность, выделяющуюся в первой лампочке.
- 
- 7.4.42. * К источнику тока подключен реостат. При сопротивлении реостата 4 Ом и 9 Ом получается одинаковая полезная мощность, равная 25 Вт. Найти ЭДС источника тока.
- 7.4.43. * Определить ЭДС аккумулятора, если при нагрузке в 5 А он отдает во внешнюю цепь 10 Вт, а при сопротивлении внешней цепи 0,25 Ом – 16 Вт.
- 7.4.44. * На резисторе внешней цепи аккумулятора выделяется тепловая мощность 10 Вт. Когда к концам резистора присоединили такой же второй аккумулятор, выделяемая мощность стала в два раза больше. Какой будет выделяемая мощность, если к аккумуляторам одноименными полюсами присоединить третий такой же аккумулятор ?

- 7.4.45. * При подключении к источнику тока ЭДС 15 В сопротивления 15 Ом КПД источника равен 75 %. Какую максимальную мощность внешней цепи может выделить этот источник ?
- 7.4.46. * По линии электропередачи протяженностью в 100 км должен пройти электрический ток мощностью 100 кВт при напряжении 5000 В. Потери энергии должны быть не более 2 %. Определить минимальное сечение медных проводов.
- 7.4.47. * Линия имеет сопротивление 300 Ом. Какое напряжение должен иметь генератор, чтобы при передаче по этой линии потребителю мощности 25 кВт потери в линии не превышали 4 % передаваемой мощности ?
- 7.4.48. * Источник тока с ЭДС 5 В замыкается один раз на сопротивление 4 Ом, а другой раз – на 9 Ом. В обоих случаях на внешнем сопротивлении выделяется одинаковая мощность. Найти эту мощность.
- 7.4.49. * При замыкании на сопротивление 5 Ом батарея элементов дает ток 1 А. Ток короткого замыкания батареи равен 6 А. Какую наибольшую полезную мощность может дать батарея ?
- 7.4.50. * Определите КПД электропаяльника сопротивлением 25 Ом, если медная часть его массой 0,2 кг нагревается на 600 К за 4 мин. Ток в спирали паяльника 4 А.
- 7.4.51. * Найти ток короткого замыкания в цепи генератора с ЭДС 70 В, если при увеличении сопротивления нагрузки с 3 до 10,5 Ом КПД схемы увеличился в 2 раза.
- 7.4.52. * Два чайника, каждый из которых потребляет при напряжении 200 В по 400 Вт, закипают при последовательном и параллельном включении за одно и то же время. Каково сопротивление подводящих проводов ?
- 7.4.53. * При силе тока 2 А во внешней цепи выделяется мощность 24 Вт, а при силе тока 5 А – мощность 30 Вт. Какая максимальная мощность может выделяться во внешней цепи ?
- 7.4.54. * Элемент замыкают один раз сопротивлением 4 Ом, другой - резистором сопротивлением 9 Ом. В том и другом случае во внешней цепи выделяется одинаковая мощность. При каком внешнем сопротивлении она будет наибольшей ?
- 7.4.55. * Сила тока, протекающего в проводнике, сопротивление которого равно 15 Ом, меняется со временем так, как показано на рисунке. За вторую секунду мощность, выделяющаяся в проводнике, увеличится. Во сколько раз?

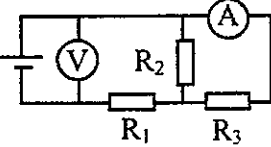


- 7.4.56. * Лампу, рассчитанную на напряжение $U_1 = 220$ В, включили в сеть с напряжением $U_2 = 110$ В. Сопротивление лампы считать постоянным. Как изменяется электрическая мощность лампы?
- 7.4.57. * Две лампочки имеют одинаковые мощности. Первая лампочка рассчитана на напряжение 127 В, а вторая на 220 В. Найти отношение сопротивления второй лампочки к сопротивлению первой лампочки.
- 7.4.58. * При ремонте бытовой электрической плитки ее спираль была укорочена на 0,2 первоначальной длины. Как изменилась при этом электрическая мощность плитки?
- 7.4.59. * Сопротивление лампочки накаливания в рабочем состоянии 240 Ом. Напряжение в сети 120 В. Сколько ламп включено параллельно в сеть, если мощность, потребляемая всеми лампочками, равна 600 Вт?

- 7.4.60. Два резистора с одинаковым сопротивлением каждый включаются в сеть постоянного напряжения первый раз параллельно, а второй раз последовательно. Какая электрическая мощность потребляется в обоих случаях?
- 7.4.61. *Стоимость 1 кВт ч электроэнергии равна 50 коп. Паяльник, включенный в сеть с напряжением 220 В, в течение 1 ч израсходовал электроэнергии на 10 коп. Найти сопротивление спирали паяльника.
- 7.4.62. *Определите силу тока в обмотке двигателя электропоезда, развивающего силу тяги 6 кН, если напряжение, подводимое к двигателю, равно 600 В и поезд движется со скоростью 72 км/ч. Коэффициент полезного действия двигателя 80 %.
- 7.5. 7.5. Амперметр и вольтметр в электрической цепи. Шунты и добавочные сопротивления
- 7.5.1. Сопротивление вольтметра 400 Ом, предел измерения 4 В. Какое добавочное сопротивление надо подключить, чтобы данным вольтметром можно было измерять напряжение до 36 В ?
- 7.5.2. Какое дополнительное сопротивление нужно подключить к вольтметру со шкалой 100 В и сопротивлением 3 кОм, чтобы измерить напряжение городской сети 220 В ?
- 7.5.3. Миллиамперметр имеет сопротивление 25 Ом, рассчитан на предельный ток 50 мА и снабжен шунтом на 10 А. Найти сопротивление шунта.
- 7.5.4. К амперметру с сопротивлением 0,1 Ом подключен шунт с сопротивлением 11,1 мОм. Найти ток, текущий через амперметр, если ток в общей цепи 27 А.
- 7.5.5. Какой шунт нужно подсоединить к гальванометру со шкалой на 100 делений, ценой деления 1 мА и сопротивлением 180 Ом, чтобы им можно было измерять токи до 1 А ?
- 7.5.6. Вольтметр постоянного тока рассчитан на измерение максимального напряжения 3 В. Сопротивление вольтметра 300 Ом, шкала имеет 100 делений. Какой будет цена деления ?
- 7.5.7. Для измерения напряжения сети 120 В последовательно соединили два вольтметра с номинальными напряжениями 100 В и сопротивлениями 20 и 15 кОм. Определить показание первого вольтметра.
- 7.5.8. Амперметр имеет сопротивление 0,02 Ом, его шкала рассчитана на 1,2 А. Каково должно быть сопротивление шунта, чтобы с помощью этого амперметра можно было измерять токи силой до 6 А ?
- 7.5.9. Имеется миллиамперметр с внутренним сопротивлением 10 Ом, который может измерять силу тока не более 10 мА. Какое добавочное сопротивление необходимо, чтобы этим прибором можно было измерить напряжение до 1 В ?
- 7.5.10. Предел измерения амперметра с внутренним сопротивлением 0,4 Ом 2 А. Какое шунтирующее сопротивление необходимо добавить, чтобы увеличить предел до 10 А ?
- 7.5.11. Зашунтированный амперметр измеряет токи до 10 А. Какую наибольшую силу тока может измерить этот амперметр без шунта, если $R_A = 0,02 \text{ Ом}$, $R_{ш} = 0,005 \text{ Ом}$?
- 7.5.12. Амперметр показывает ток 0,04 А, а вольтметр - напряжение 20 В. Найти сопротивление вольтметра, если внешнее сопротивление 1 кОм.

- 7.5.13. Вольтметр, рассчитанный на измерение напряжения до 20 В, необходимо включить в сеть с напряжением 120 В. Какое для этого потребуется дополнительное сопротивление, если сила тока в вольтметре не должна превышать 5 мА ?
- 7.5.14. Гальванометр имеет сопротивление 200 Ом, и при силе тока 100 мкА стрелка отклоняется на всю шкалу. Какое сопротивление надо подключить, чтобы прибор можно было использовать как вольтметр для измерения напряжений до 2 В ?
- 7.5.15. Гальванометр со шкалой из 100 делений и ценой деления 50 мкА/дел, надо использовать как вольтметр для измерения напряжений до 200 В. Как и какой величины дополнительное сопротивление надо для этого присоединить к гальванометру, если его сопротивление 50 Ом ?
- 7.5.16. К амперметру с внутренним сопротивлением 0,03 Ом подключен медный шунт длиной 10 см и сечением 1,7 мм². Какой максимальный ток можно измерить этим амперметром, если он рассчитан на силу тока 0,4 А ?
- 7.5.17. Предел измерения амперметра 5 А, число делений шкалы 100, внутреннее сопротивление 1 Ом. Определить цену деления амперметра, если он включен с шунтом, сопротивление которого 0,02 Ом.
- 7.5.18. Вольтметр, внутреннее сопротивление которого 50 кОм, подключенный к источнику вместе с дополнительным сопротивлением 120 кОм, показывает 100 В. Определите напряжение на зажимах источника.
- 7.5.19. Вольтметр с внутренним сопротивлением 3 кОм, включенный в городскую осветительную сеть, показал напряжение 125 В. При включении вольтметра в сеть через сопротивление R его показания уменьшились до 115 В. Найти это сопротивление.
- 7.5.20. * Если подключить к гальванометру шунт 100 Ом, вся шкала соответствует току во внешней цепи 3 А. Если подключить к нему добавочное сопротивление 300 Ом шкала становится в 4 раза грубее. Какой шунт надо взять, чтобы стрелка отклонялась на всю шкалу при токе во внешней цепи 7,5 А ?
- 7.5.21. * Стрелка миллиамперметра отклоняется до конца шкалы, если через миллиамперметр идет ток 0,01 А. Сопротивление прибора 5 кОм. Какое дополнительное сопротивление нужно присоединить к прибору, чтобы его можно было использовать в качестве вольтметра на 300 В ?
- 7.5.22. * Гальванометр со шкалой из 50 делений имеет цену деления 2 мкА/дел и внутреннее сопротивление 200 Ом. Какое добавочное сопротивление следует подключить, чтобы его можно было использовать как вольтметр для измерения напряжения до 2 В ?
- 7.5.23. * Вольтметр, соединенный последовательно с сопротивлением $R_1 = 10$ кОм, при включении в сеть с напряжением 220 В показывает напряжение 70 В, а соединенный последовательно с сопротивлением R_2 , показывает напряжение 20 В. Найти R_2 .
- 7.5.24. * Амперметр с внутренним сопротивлением 2 Ом, подключенный к батарее, показывает ток 5 А. Вольтметр с внутренним сопротивлением 150 Ом, подключенный к той же батарее, показывает 12 В. Найти ток короткого замыкания батареи.
- 7.5.25. * Вольтметр, подключенный к источнику с ЭДС 12 В, показывает напряжение 9 В. К его клеммам подключают еще один такой же вольтметр. Каковы его показания ?

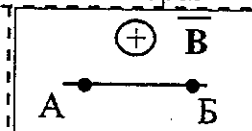
- 7.5.26. * Аккумулятор замкнут на некоторый проводник. Если в цепь включить два амперметра, соединенные между собой параллельно, то они покажут силу тока 2 и 3 А. Если амперметры включить в цепь последовательно, то они покажут 4 А. Каким будет ток в цепи в отсутствие амперметров?
- 7.5.27. * К источнику тока подключены последовательно амперметр и резистор. Параллельно резистору подключен вольтметр. Показания амперметра 0,5 А, вольтметра – 160 В. Определить сопротивление резистора, если сопротивление вольтметра равно 1600 Ом.
- 7.5.28. * Два вольтметра, подключенные последовательно к ненагруженной батарее, показывают соответственно $U_1 = 5$ В и $U_2 = 15$ В. Если подключить к батарее только первый вольтметр, он покажет 19 В. Определите ЭДС батареи.
- 7.5.29. * В цепь, состоящую из источника ЭДС и сопротивления 2 Ом, включают амперметр сначала последовательно, а затем параллельно сопротивлению. При этом показания амперметра оказываются одинаковыми. Сопротивление амперметра 1 Ом. Определите внутреннее сопротивление источника.
- 7.5.30. Каково удельное сопротивление проводника, если его длина 10 км, площадь поперечного сечения 70 мм^2 , а сопротивление 3,5 Ом?
- 7.5.31. Медный провод длиной 500 м имеет сопротивление 2,9 Ом. Найти вес провода.
- 7.5.32. Проводники сопротивлением 2, 3 и 4 Ом соединены параллельно. Найти общее сопротивление.
- 7.5.33. Какого сопротивления проводник нужно соединить параллельно с резистором 300 Ом, чтобы общее сопротивление их стало равным 120 Ом?
- 7.5.34. Три проводника сопротивлением 2, 3 и 6 Ом соединены параллельно. Найти наибольший ток в проводниках, если в неразветвленной части цепи ток равен 12 А.
- 7.5.35. В городскую осветительную сеть включены последовательно электрическая плитка, реостат и амперметр, имеющие соответственно сопротивления 24, 10 и 0,2 Ом. Найти падение напряжения на меньшем из сопротивлений, если амперметр показывает ток 3,4 А.
- 7.5.36. Во сколько раз площадь поперечного сечения алюминиевого проводника больше, чем у медного, если они имеют одинаковые сопротивления и длину?
- 7.5.37. Цепь состоит из трех сопротивлений 10, 20 и 30 Ом, соединенных последовательно. Падение напряжения на первом сопротивлении составляет 20 В. Найти напряжение на концах цепи.
- 7.5.38. Два электронагревателя сопротивлением 25 и 20 Ом находятся под напряжением 100 В. Какое количество теплоты выделится при их последовательном соединении за 3 мин?
- 7.5.39. ЭДС батареи 6 В, внутреннее и внешнее сопротивления соответственно равны 0,5 и 11,5 Ом. Найти падение напряжения на внутреннем и внешнем сопротивлениях.
- 7.5.40. Атомная масса золота 197,2, валентность 3. Вычислить электрохимический эквивалент золота.

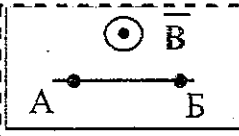
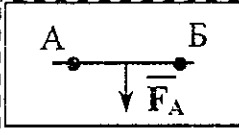
- 7.5.41. Лампу, рассчитанную на напряжение 220 В, включили в сеть напряжением 110 В. Во сколько раз изменилась мощность лампы по сравнению с номинальной?
- 7.5.42. Спираль электронагревателя укоротили на 0,1 первоначальной длины. Во сколько раз изменилась мощность нагревателя?
- 7.5.43. Сколько времени длилось никелирование, если был получен слой никеля массой 1,8 г при токе 2 А?
- 7.5.44. Электромотор имеет сопротивление 2 Ом. Какую мощность потребляет мотор при токе 10 А?
- 7.5.45. Через раствор сернистой меди (медного купороса) прошло $2 \cdot 10^4$ Кл электричества. Сколько меди выделилось при этом?
- 7.5.46. Какой ток должен проходить по проводнику в сети напряжением 120 В, чтобы в нем каждую секунду выделялось 600 Дж теплоты?
- 7.5.47. По проводнику сопротивлением 4 Ом в течение 2 минут прошло 500 Кл электричества. Сколько при этом выделилось теплоты?
- 7.5.48. В схеме, изображенной на рисунке, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, сопротивлением амперметра и подводящих проводов можно пренебречь. Вольтметр показывает 2,1 В. Каково показание амперметра?
- 
- 7.5.49. Вольтметр, внутреннее сопротивление которого равно 50 кОм, подключенный к источнику постоянного тока последовательно с дополнительным сопротивлением, равным 120 кОм, показывает напряжение 100 В. Определите напряжение на клеммах источника тока.
- 7.5.50. Определите показание амперметра в электрической цепи, изображенной на рисунке, если показание вольтметра $U = 250$ В, а сопротивление каждого резистора R и внутреннее сопротивление вольтметра равны по 1 кОм.
- 
- 7.5.51. Какой величины надо взять дополнительное сопротивление, чтобы можно было включить в сеть с напряжением 220 В лампу, которая горит нормально при напряжении 120 В и токе 4 А?

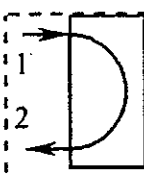
8. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

- 8.1. 8.1. Сила Ампера
- 8.1.1. Под каким углом расположен прямолинейный проводник с током 4 А в однородном магнитном поле с индукцией 15 Тл, если на каждые 10 см его длины действует сила 3 Н?
- 8.1.2. Проводник с током 21 А и длиной 0,4 м перемещается в однородном магнитном поле с индукцией 1,2 Тл перпендикулярно к линиям индукции на расстояние 0,25 м. Какая при этом совершается работа?
- 8.1.3. В однородном магнитном поле индукцией 15 Тл проводник переместился перпендикулярно линиям магнитной индукции на 10 см. Какую работу совершил при этом электрический ток, если длина активной части проводника 40 см, а сила тока в нем 2 А?
- 8.1.4. На прямой проводник с током длиной 0,5 м, перпендикулярный линиям индукции магнитного поля, действует сила 0,15 Н. Найти ток, если индукция поля 20 мТл.

- 8.1.5. Прямолинейный проводник массой 2 кг и длиной 0,5 м помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно к линиям индукции 15 Тл. Какой силы ток должен проходить по нему, чтобы он висел, не падая?
- 8.1.6. Проводник, расположенный перпендикулярно силовым линиям магнитного поля, весит в одном случае 15 Н, а в другом 10 Н в зависимости от направления тока в нем. Определите массу проводника.
- 8.1.7. С какой средней силой действовало магнитное поле на проводник длиной 0,3 м, если сила тока в нем равномерно возрастала от 0 до 1 А? Индукция поля 0,2 Тл. Проводник расположен перпендикулярно линиям индукции.
- 8.1.8. В однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,25 Тл горизонтально подвешен на двух невесомых нитях прямолинейный проводник массой 40 г длиной 20 см. Какой ток течет по проводнику, если нити отклонились на 45° от вертикали?
- 8.1.9. В однородном магнитном поле с индукцией 0,06 Тл находится горизонтальный проводник. Линии индукции поля также горизонтальны и перпендикулярны проводнику. Какой ток должен протекать через проводник с массой единицы длины 0,03 кг/м, чтобы он висел не падая?
- 8.1.10. В однородном магнитном поле с индукцией 150 мТл на расстояние 1,2 м перемещается проводник длиной 0,50 м. Угол между направлением тока и вектором индукции магнитного поля 30° . Определить работу, совершаемую магнитным полем при перемещении проводника, если по нему течет ток 5 А и направление перемещения совпадает с направлением действия силы.
- 8.1.11. Проводник массой 5 г на метр длины, по которому течет ток силой в 10 А, расположенный перпендикулярно полю, оказался в состоянии невесомости. Какова индукция поля?
- 8.1.12. *Прямой проводник с током 1 А приобрел под действием перпендикулярного ему магнитного поля ускорение 2 м/с^2 . Площадь поперечного сечения проводника 1 мм^2 , плотность его материала 2500 кг/м^3 . Найти индукцию поля. Силу тяжести не учитывать.
- 8.1.13. На прямолинейный проводник длиной 40 см и током 20 А, расположенный под углом 30° к линиям индукции однородного магнитного поля, действует сила 8 Н. Определите индукцию магнитного поля.
- 8.1.14. В однородном магнитном поле с индукцией 4,9 Тл горизонтально подвешен на двух нитях прямолинейный проводник массой 0,6 кг и длиной 0,3 м, по которому течет ток силой в 2 А. На какой угол от вертикали отклонятся нити, если линии индукции магнитного поля направлены вертикально вниз?
- 8.1.15. Прямой провод, по которому течет постоянный ток, расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Если длину провода увеличить в два раза, а силу тока в нем уменьшить в четыре раза, во сколько раз изменится сила Ампера.
- 8.1.16. По проводнику АВ протекает постоянный ток. Проводник помещен в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны проводнику (рисунок). Потенциал точки А больше потенциала точки В. Определить направление силы Ампера, действующей на проводник.



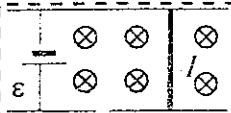
8.1.17.	По проводнику АБ протекает постоянный ток. Проводник помещен в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны проводнику (рисунок). Потенциал точки Б больше потенциала точки А. Определить направление силы Ампера, действующей на проводник.	
8.1.18.	По проводнику АБ протекает постоянный ток. Проводник помещен в однородное магнитное поле. Потенциал точки Б больше потенциала точки А, направление силы Ампера, действующей на проводник, указано на рисунке. Определить направление вектора индукции.	
8.1.19.	Прямой проводник, по которому течет постоянный ток, расположен в однородном магнитном поле так, что направление тока в проводнике составляет угол 30° с направлением линий магнитной индукции. Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его расположить под углом 60° к направлению линий магнитной индукции?	
8.1.20.	Прямой провод, по которому течет постоянный ток, расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Если длину провода уменьшить в два раза, а силу тока в нем увеличить в четыре раза, во сколько раз изменится сила Ампера, действующая на проводник.	
8.1.21.	Провод длиной 20 см с током 10 А, перемещается в однородном магнитном поле с индукцией 0,7 Тл на 50 см. Вектор индукции поля, направления перемещения проводника и тока взаимно перпендикулярны. Какую работу совершает сила Ампера?	
8.2.	8.2. Сила Лоренца	
8.2.1.	Электрон с энергией $4,2 \cdot 10^{-18}$ Дж влетает в однородное магнитное поле с индукцией 0,3 Тл перпендикулярно силовым линиям. Определить радиус траектории электрона.	
8.2.2.	На частицу со стороны однородного магнитного поля действует сила Лоренца, равная по модулю 6 мкН. Определить модуль силы, действующей со стороны поля на эту частицу, если увеличить модуль скорости частицы в 2 раза без изменения ее направления.	
8.2.3.	Электрон и протон, двигаясь с одинаковыми скоростями, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Во сколько раз отличаются радиусы кривизны их траекторий?	
8.2.4.	Протон влетает в однородное магнитное поле с индукцией 20 мкТл перпендикулярно линиям индукции магнитного поля. Сколько оборотов будет делать в магнитном поле протон за 1 с?	
8.2.5.	* Два электрона ускоряются из состояния покоя электрическим полем с разностью потенциалов 100 и 50 В. Электроны попадают в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны их скорости. Чему равно отношение радиусов кривизны траекторий первого и второго электронов в магнитном поле?	
8.2.6.	Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией 0,004 Тл так, что направление его скорости перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найти период обращения электрона.	

- 8.2.7. Во сколько раз изменится радиус траектории движения заряженной частицы в циклотроне при увеличении ее энергии в 4 раза ?
- 8.2.8. *Электрон, ускоренный разностью потенциалов 1 кВ, влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно к линиям индукции. Найти изменение импульса электрона через четверть оборота.
- 8.2.9. Протон описал окружность радиусом 5 см в однородном магнитном поле с индукцией 20 мТл. Определить скорость протона.
- 8.2.10. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности радиусом 4 см. Скорость частицы 1000 км/с, индукция магнитного поля 0,3 Тл. Найти заряд частицы, если ее энергия равна $1,92 \cdot 10^{-15}$ Дж.
- 8.2.11. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл по окружности. Определить угловую скорость вращения электрона.
- 8.2.12. Протон движется в однородном магнитном поле с индукцией 1 Тл со скоростью 200 000 км/с под углом 30° к вектору индукции. С какой силой магнитное поле действует на протон ?
- 8.2.13. *Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 200 В, влетела в точке 1 в поперечное магнитное поле с индукцией 4 мТл. Расстояние между точками 1 и 2 равно 1 м. Найдите отношение заряда частицы к ее массе.
- 
- 8.2.14. Электрон, двигаясь равноускоренно из состояния покоя с ускорением 5 м/с^2 , в течение 1 мин приобрел некоторую скорость и влетел в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определить индукцию поля, если сила Лоренца равна $9,6 \cdot 10^{-17}$ Н.
- 8.2.15. *Электрон, имея скорость 2000 км/с, влетел в однородное магнитное поле с индукцией 30 мТл под углом 30° к направлению линий индукции. Определить шаг винтовой линии, по которой будет двигаться электрон.
- 8.2.16. *Каким должен быть модуль скорости электрона, чтобы его движение было прямолинейным, когда он влетает во взаимно перпендикулярные электрическое поле с напряженностью 1 кВ/м и магнитное поле с индукцией 1 мТл ?
- 8.2.17. Двухвалентный ион движется со скоростью 481 км/с в однородном магнитном поле индукцией 0,1 Тл. Определить массу иона, если он описывает окружность радиусом 10 см.
- 8.2.18. Циклотрон предназначен для ускорения протонов до энергии 5 МэВ. Определить наибольший радиус орбиты, по которой движется протон, если индукция магнитного поля 1 Тл.
- 8.2.19. *Протон движется в вакууме в однородном магнитном поле с индукцией 94,2 мкТл так, что вектор его скорости составляет угол 30° с направлением линий индукции магнитного поля. Определить расстояние, пройденное протоном вдоль силовых линий за три витка, если начальная скорость протона 2,5 км/с.
- 8.2.20. *Электрон, движущийся со скоростью 10^7 м/с, влетает в однородное магнитное поле с индукцией 2 Тл под углом 60° к линиям магнитной индукции. Определите шаг винтовой траектории электрона.

- 8.2.21. Электрон, прошедший некоторую разность потенциалов, влетает в однородное магнитное поле с индукцией 0,01 Тл перпендикулярно магнитным силовым линиям. В магнитном поле он движется по окружности, радиус которой 100 мм. Определить разность потенциалов, которую прошел электрон.
- 8.2.22. Если конденсатор с расстоянием между пластинами 1 см определенным образом расположить в однородном магнитном поле с индукцией 0,05 Тл, то ионы, летящие со скоростью 100 км/с, не испытывают отклонения. Найти напряжение на его обкладках. Вектор скорости перпендикулярен вектору магнитной индукции.
- 8.2.23. * Электрон движется в магнитном поле с индукцией 2 мТл по винтовой линии радиусом 2 см и шагом 5 см. С какой скоростью влетел электрон в магнитное поле?
- 8.2.24. Заряженная частица влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции и далее движется по окружности. Как изменится частота вращения частицы, если величину индукции магнитного поля увеличить в два раза?
- 8.2.25. * Протон и альфа-частица (${}^4_2\text{He}$), ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Как связаны между собой радиусы окружностей R_1 и R_2 , по которым будут двигаться, соответственно, протон и альфа-частица? (массы нейтрона и протона считать равными).
- 8.2.26. * Протон и дейтрон (ядро изотопа водорода ${}^2_1\text{H}$), имеющие одинаковые скорости, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Как связаны между собой радиусы R_1 и R_2 окружностей, по которым, соответственно, движутся протон и дейтрон? (массы протона и нейтрона считать равными).
- 8.2.27. * Протон и дейтрон (ядро изотопа водорода ${}^2_1\text{H}$) влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Как связаны между собой периоды T_1 и T_2 обращения по окружностям, соответственно, протона и дейтрона? (массы протона и нейтрона считать равными).
- 8.2.28. Протон влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции и начинает двигаться по окружности. Как изменится частота вращения протона, если величину индукции магнитного поля уменьшить в два раза?
- 8.3. 8.3. Магнитный момент. Магнитный поток
- 8.3.1. Сила тока в плоском контуре возрастает в 2 раза. Во сколько раз увеличивается при этом модуль момента сил, действующего на контур со стороны магнитного поля, вектор индукции которого образует угол 30° с плоскостью контура?
- 8.3.2. Поток магнитной индукции, пронизывающий плоскость квадрата, равен 0,2 Вб. Каким будет поток, если индукция однородного магнитного поля увеличивается с 0,1 до 0,3 Тл? Ориентация квадрата не меняется.
- 8.3.3. Определить силу тока, протекающего по плоскому контуру площадью 5 см^2 , находящемуся в однородном магнитном поле с индукцией 0,5 Тл, если максимальный механический момент, действующий со стороны поля, равен 0,25 мДж.

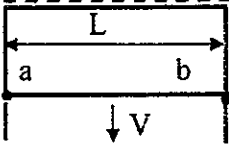
- 8.3.4. Найти максимальный магнитный поток через прямоугольную рамку, вращающуюся в однородном магнитном поле с частотой 10 об/с, если амплитуда индуцируемой в рамке ЭДС 3 В.
- 8.3.5. Определить индуктивность катушки, в которой возникает поток 0,12 Вб при силе тока 8,6 А.
- 8.3.6. Полоску площадью 200 см^2 , расположенную под углом 60° к направлению однородного магнитного поля, пронизывает магнитный поток 1 мВб. Найти индукцию поля.
- 8.3.7. Определить изменение магнитного потока через катушку, если она имеет 2000 витков и за 0,01 с в ней возникает ЭДС индукции 200 В.
- 8.3.8. Магнитная индукция однородного магнитного поля равна 4 Тл. Какой магнитный поток пройдет через площадку в 50 см^2 , расположенную перпендикулярно вектору магнитной индукции?
- 8.3.9. Рамка площадью 100 см^2 расположена перпендикулярно линиям магнитной индукции ($B = 0,2 \text{ Тл}$). На сколько изменится поток магнитной индукции через рамку, если ее повернуть на 180° ?
- 8.3.10. Магнитная индукция однородного магнитного поля равна 0,5 Тл. Найти магнитный поток через площадку 25 см^2 , расположенную под углом 30° к линиям магнитного поля.
- 8.3.11. Прямоугольная рамка из провода имеет длину 25 см и ширину 12 см. Определить магнитный момент рамки при силе тока в ней 2 А.
- 8.3.12. Плоский контур площадью 25 см^2 находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,04 Тл. Определить магнитный поток, пронизывающий контур, если плоскость его составляет 30° с линиями индукции.
- 8.3.13. Найти магнитный поток через плоскую поверхность площадью 40 см^2 , расположенную перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля, индукция которого равна 2,5 мТл.
- 8.3.14. Определить индукцию однородного магнитного поля, если на прямоугольную рамку из 100 витков площадью 6 см^2 , по которой идет ток 5 А, действует максимальный вращательный момент со стороны поля 3 мН·м.
- 8.3.15. Из проволоки длиной 20 см сделали квадратный контур. Найти максимальный вращающий момент сил, действующий на контур, помещенный в магнитное поле с индукцией 0,1 Тл. По контуру течет ток 2 А.
- 8.3.16. Определить вращающий момент плоского контура площадью $0,04 \text{ м}^2$, помещенного в однородное магнитное поле с индукцией 20 Тл, если по контуру течет ток 10 А, а плоскость контура составляет с линиями индукции угол 30° .
- 8.3.17. Определить поток вектора магнитной индукции через плоскую поверхность площадью 100 см^2 при индукции 0,2 Тл, если поверхность расположена под углом 30° к вектору магнитной индукции.
- 8.3.18. Какую размерность в системе СИ имеет единица измерения магнитного потока?
- 8.4. ЭДС индукции
- 8.4.1. Найти величину ЭДС индукции в проводнике с длиной активной части 0,25 м, который перемещается в однородном магнитном поле с индукцией 8 мТл со скоростью 5 м/с под углом 30° к направлению поля.

- 8.4.2. Магнитный поток, пронизывающий контур проводника, равномерно изменился на $0,5 \text{ Вб}$ так, что ЭДС индукции оказалась равной 1 В . Определите время изменения магнитного потока.
- 8.4.3. * В замкнутую накоротко катушку из медной проволоки вводят магнит, создающий внутри ее поле $0,01 \text{ Тл}$. Определите заряд, протекающий при этом через катушку. Радиус витка катушки 10 см , площадь поперечного сечения проволоки $0,1 \text{ мм}^2$.
- 8.4.4. Магнитный поток в контуре проводника за $0,2 \text{ с}$ изменился на $1,2 \text{ Вб}$. Какова ЭДС индукции в контуре?
- 8.4.5. Магнитный поток через контур изменяется от 6 до 14 Вб за 20 с . Определите абсолютную величину ЭДС, возникающую в контуре.
- 8.4.6. * Два замкнутых круговых проводника лежат в одной плоскости. При одинаковом изменении индукции однородного магнитного поля в первом возникла ЭДС индукции $0,15 \text{ В}$, а во втором – $0,6 \text{ В}$. Во сколько раз длина второго проводника больше первого?
- 8.4.7. Проводник длиной 2 м движется в однородном магнитном поле индукцией $0,1 \text{ Тл}$ со скоростью 5 м/с , перпендикулярной проводнику и линиям магнитной индукции. Какая ЭДС возникает в проводнике?
- 8.4.8. В однородном магнитном поле с индукцией $0,4 \text{ Тл}$ равномерно вращается рамка, имеющая 100 витков обмотки. Определить максимальное значение ЭДС в рамке, контур которой охватывает площадь 8 см^2 . Период вращения рамки $0,05 \text{ с}$.
- 8.4.9. * Рамка из 1000 витков площадью 5 см^2 , замкнутая на гальванометр с сопротивлением 10 кОм , находится в однородном магнитном поле с индукцией 10 мТл . Какой заряд протечет в цепи, если направление магнитного поля изменить на обратное?
- 8.4.10. Магнитный поток, пронизывающий контур проводника, равномерно изменился на $0,5 \text{ Вб}$ так, что ЭДС индукции оказалась равной 1 В . Определите время изменения магнитного потока.
- 8.4.11. С какой скоростью движется проводник в воздухе перпендикулярно линиям индукции магнитного поля, если на концах его возникла разность потенциалов 3 В ? Магнитная индукция равна 1 Тл , длина проводника $0,6 \text{ м}$.
- 8.4.12. За 5 мс в соленоиде, содержащем 500 витков провода, магнитный поток равномерно убывает с 7 до 3 мВб . Найти величину ЭДС индукции в соленоиде.
- 8.4.13. Проводник длиной 1 м движется со скоростью 5 м/с перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Определить величину индукции магнитного поля, если на концах проводника возникает разность потенциалов $0,02 \text{ В}$.
- 
- 8.4.14. Рамка в форме равностороннего треугольника помещена в однородное магнитное поле с индукцией $0,08 \text{ Тл}$ так, что ее плоскость составляет угол 60° с линиями поля. Найти длину стороны рамки, если в ней при выключении поля в течение $0,03$ секунд индуцируется ЭДС 10 мВ .

- 8.4.15. Проводник длиной $l = 1$ м лежит на двух гладких горизонтальных шинах, расположенных в вертикальном магнитном поле с индукцией $0,1$ Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться проводник, когда к шинам подключить источник тока с ЭДС $= 0,5$ В ?
- 
- 8.4.16. * Плоская проволочная квадратная рамка со стороной 60 см находится в магнитном поле с индукцией 1 мТл, линии которого перпендикулярны плоскости рамки. Затем рамку вытягивают в одну линию. Определить заряд, протекший по рамке при изменении ее формы. Сопротивление единицы длины провода рамки $0,01$ Ом/м.
- 8.4.17. * Квадратная рамка площадью 100 см² вращается в магнитном поле с индукцией $0,2$ Тл вокруг оси, проходящей через середины противоположных сторон, со скоростью 300 об/мин. Найти максимальное значение ЭДС, возникшей при этом в рамке.
- 8.4.18. * Рамка площадью 20 см², имеющая 1000 витков, вращается с частотой 50 Гц в однородном магнитном поле с индукцией $0,1$ Тл вокруг оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной линиям магнитной индукции. Какова максимальная ЭДС, индуцируемая в рамке ?
- 8.4.19. * Рамка из 25 витков находится в магнитном поле. Определить ЭДС индукции, возникающую в рамке при изменении магнитного потока в ней от 98 мВб до 13 мВб за $0,16$ с.
- 8.4.20. * Из провода длиной 2 м сделан квадрат, который находится в поле индукцией 50 мкТл. Сопротивление провода $0,1$ Ом. Какое количество электричества пройдет по проводу, если его потянуть за противоположные вершины так, чтобы он сложился ? Плоскость квадрата перпендикулярна вектору магнитной индукции.
- 8.4.21. Самолет, имеющий размах крыльев $31,7$ м, летит горизонтально со скоростью 400 м/с. Определить разность потенциалов на концах крыльев самолета, если вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли 50 мкТл.
- 8.4.22. * Сколько витков провода должна содержать обмотка на стальном сердечнике с поперечным сечением 150 см², чтобы в ней при изменении магнитной индукции с $0,2$ до $2,2$ Тл в течение 15 мс возникла ЭДС, равная 200 В ?
- 8.4.23. * Какого максимального значения может достигать разность потенциалов, возникающая между концами крыльев самолета при движении со скоростью 450 км/ч, если размах крыльев 20 м ? Горизонтальная составляющая индукции магнитного поля Земли 30 мкТл, вертикальная составляющая 40 мкТл.
- 8.4.24. * Проволочный виток площадью 1 см² и сопротивлением 1 Ом пронизывается магнитным полем, линии которого перпендикулярны плоскости витка. Магнитная индукция изменяется со скоростью $0,01$ Тл/с. Какая тепловая мощность выделяется в витке ?
- 8.4.25. * Металлическое кольцо радиусом $4,8$ см расположено в магнитном поле с индукцией 12 мТл. Его удаляют из поля за 25 мс. Какая средняя ЭДС возникает в кольце ?

- 8.4.26. Прямолинейный проводник длиной 120 см движется в однородном магнитном поле под углом 17° к силовым линиям со скоростью 15 м/с. Определить индукцию поля, если в проводнике создается ЭДС индукции 6,2 мВ.
- 8.4.27. Под каким углом к линиям индукции однородного магнитного поля индукции 0,5 Тл надо перемещать проводник длиной 0,4 м со скоростью 15 м/с, чтобы в нем возникла ЭДС 2,12 В ?
- 8.4.28. Контур сечением 400 см^2 из 100 витков равномерно вращается в однородном магнитном поле. Период вращения 0,1 с. Определить максимальное значение ЭДС, возникающей в контуре, если ось вращения перпендикулярна линиям индукции поля, равной 0,01 Тл.
- 8.4.29. Магнитный поток 30 мВб, пронизывающий замкнутый контур, убывает до нуля за 13 мс. Определить среднее значение силы тока, возникающего в контуре сопротивлением 4 Ом.
- 8.4.30. *Катушка сопротивлением 100 Ом, состоящая из 1000 витков площадью 5 см^2 каждый, внесена в однородное магнитное поле. В течение некоторого времени магнитное поле уменьшилось от 0,8 до 0,3 Тл. Какой заряд индуцирован в проводнике за это время ?
- 8.4.31. Магнитный поток через катушку, состоящую из 75 витков, равен 4,8 мВб. За сколько времени должен исчезнуть этот поток, чтобы в катушке возникла средняя ЭДС 0,74 В ?
- 8.4.32. Проводник длиной 2 м с сопротивлением 0,02 Ом движется в магнитном поле со скоростью 6 м/с перпендикулярно к силовым линиям поля. Какая сила тока возникает в проводнике, если его замкнуть накоротко ? Индукция магнитного поля 10 мТл.
- 8.4.33. Проводник с активной длиной 15 см и сопротивлением 0,5 Ом движется со скоростью 10 м/с перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля с индукцией 2 Тл. Какая сила тока возникнет в проводнике, если его замкнуть накоротко ?
- 8.4.34. Определить ЭДС индукции в проводнике длиной 20 см, движущегося в однородном магнитном поле с индукцией 10 мТл со скоростью 1 м/с под углом 30° к вектору магнитной индукции.
- 8.4.35. Магнитный поток через соленоид, содержащий 500 витков провода, равномерно убывает со скоростью 60 мВб/с. Определить ЭДС индукции в соленоиде.
- 8.4.36. Определить изменение магнитного потока через катушку за время 0,01 с, если она имеет 2000 витков и в ней возникает ЭДС индукции 200 В.
- 8.4.37. Рамка площадью 20 см^2 , имеющая 1000 витков, вращается с частотой 50 Гц в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл вокруг оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной линии магнитной индукции. Определите максимальную ЭДС, индуцируемую в рамке.
- 8.4.38. Соленоид, содержащий 1000 витков провода, находится в однородном магнитном поле, индукция которого уменьшается со скоростью 20 мТл/с. Ось соленоида составляет с вектором индукции магнитного поля угол 60° . Радиус соленоида 2 см. Определите ЭДС индукции, возникающей в соленоиде.

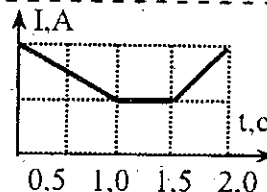
- 8.4.39. Катушку с ничтожно малым сопротивлением и индуктивностью 3 Гн подключают к источнику постоянного напряжения с ЭДС 1,5 В. Через сколько времени ток в катушке достигнет 50 А? Сопротивлением источника пренебречь.
- 8.4.40. Катушка сопротивлением 100 Ом, состоящая из 1000 витков, площадью 5 см^2 каждый, внесена в однородное магнитное поле. Магнитная индукция уменьшилась на 5 Тл. Какой заряд протекает по катушке, если концы ее замкнуты?
- 8.4.41. Проводник длиной 25 см движется в однородном магнитном поле с индукцией 4 Тл. Скорость движения проводника 4 м/с. В проводнике возникает ЭДС индукции 2 В. Определить угол между векторами индукции магнитного поля и скорости проводника.
- 8.4.42. Рамка площадью 300 см^2 имеет 200 витков и находится в магнитном поле 0,1 Тл, силовые линии которого образуют угол 30° с ее плоскостью. Определить ЭДС, возникающую в рамке при выключении поля в течение 0,01 с.
- 8.4.43. Виток площадью 50 см^2 замкнут на конденсатор емкостью 20 мкФ. Плоскость витка перпендикулярна магнитному полю. Определить скорость изменения магнитного поля, если заряд на конденсаторе равен 1 нКл.
- 8.4.44. * В однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией $B = 60 \text{ мТл}$ находится вертикальная Н образная конструкция из толстых металлических стержней, перпендикулярная вектору поля. По стержням свободно скользит проводник длиной $l = 50 \text{ см}$, массой 1 г и сопротивлением 0,8 Ом. С какой скоростью движется проводник?
- 
- 8.4.45. * Горизонтальные рельсы находятся на расстоянии 0,3 м друг от друга. На них лежит стержень массой 0,5 кг, перпендикулярный рельсам. Какой должна быть индукция вертикального магнитного поля для того, чтобы стержень начал двигаться при пропускании по нему тока силой 5 А? Коэффициент трения стержня о рельсы равен 0,2.
- 8.4.46. * Контур площадью 2 м^2 и сопротивлением 0,003 Ом находится в однородном поле, магнитная индукция которого возрастает на 0,5 мТл за 1 с. Определить максимальное количество теплоты, выделяющееся в контуре за 1 час.
- 8.4.47. * Плоский виток провода расположен перпендикулярно однородному магнитному полю. Когда виток повернули на 180° , по нему прошел заряд 7,2 мКл. На какой угол повернулся виток, если по нему прошел заряд 1,8 мКл?
- 8.4.48. * Короткозамкнутая катушка, состоящая из 1000 витков проволоки, помещена в магнитное поле, линии индукции которого направлены вдоль оси катушки. Площадь поперечного сечения катушки 40 см^2 , ее сопротивление 160 Ом. Найти мощность тепловых потерь, если индукция равномерно меняется со скоростью 1 мТл/с.
- 8.4.49. * Поток магнитной индукции в проводящем контуре, содержащем 100 витков, изменяется по закону $\Phi = 0,01 \cdot 2 \dots 5 \dots (Bt)$. Какова сила тока в контуре, если его сопротивление 2,5 Ом?

- 8.4.50. В магнитном поле с индукцией $0,01$ Тл вращается стержень длиной $0,2$ м с постоянной угловой скоростью 100 рад/с. Определить ЭДС индукции, возникающую в стержне, если ось вращения проходит через конец стержня параллельно линиям индукции магнитного поля.
- 8.4.51. Найти максимальный магнитный поток через прямоугольную рамку, вращающуюся в однородном магнитном поле с частотой 10 об/с, если амплитуда индуцируемой в рамке ЭДС 3 В.
- 8.4.52. * При равномерном изменении силы тока через катушку из 500 витков в ней возникает ЭДС самоиндукции 5 В. Какая мощность будет выделяться при этом в замкнутом проволочном витке с сопротивлением $0,2$ Ом, надетом на катушку?
- 8.4.53. * Соленоид, содержащий 1000 витков медной проволоки сечением $0,2$ мм², находится в однородном магнитном поле с осью, параллельной линиям магнитной индукции. Индукция магнитного поля равномерно изменяется со скоростью $0,01$ Тл/с. Диаметр соленоида 5 см. Определить тепловую мощность, выделяющуюся в соленоиде, концы которого замкнуты между собой.
- 8.4.54. Какой ток идет через гальванометр с сопротивлением 100 Ом, присоединенный к железнодорожным рельсам, при приближении к нему поезда со скоростью 72 км/ч? Вертикальная составляющая индукции земного магнитного поля 50 мкТл. Расстояние между рельсами — $1,2$ м. Рельсы изолированы друг от друга и от земли.
- 8.4.55. Два металлических стержня расположены вертикально и замкнуты сверху проводником. По ним без трения и нарушения контакта скользит перемычка длиной 2 см и массой 1 г. Вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,01$ Тл, перпендикулярной к плоскости рамки. Установившаяся скорость $0,8$ м/с. Найти сопротивление перемычки. Сопротивлением стержней и провода пренебречь.
- 8.4.56. Две параллельные вертикальные медные шины, находящиеся в 1 м друг от друга, замкнуты наверху на сопротивление 1 Ом и помещены в однородное магнитное поле $0,1$ Тл, перпендикулярное плоскости шин. Вдоль шин падает проводник массой $0,1$ кг. Определите установившуюся скорость его падения.
- 8.4.57. В однородном магнитном поле с индукцией 10 мТл расположены вертикально на расстоянии $L = 50$ см два металлических прута, замкнутых наверху. Плоскость, в которой расположены прутья, перпендикулярна вектору магнитной индукции. По прутьям без трения скользит вниз со скоростью 1 м/с перемычка ab массой 1 г. Определите сопротивление перемычки. Сопротивлением остальной части системы пренебречь.
- 
- 8.4.58. * Проволочный виток, имеющий площадь 100 см², разрезан в некоторой точке, и в разрез включен конденсатор емкостью 10 мкФ. Виток помещен перпендикулярно в однородное магнитное поле, индукция которого равномерно меняется со скоростью 5 мТл/с. Определить заряд конденсатора.

- 8.4.59. * Виток медного провода помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Диаметр витка 20 см, диаметр провода 2 мм. С какой скоростью изменяется индукция магнитного поля, если по кольцу течет ток 5 А ?
- 8.4.60. * Рамка площадью 100 см^2 , на которой намотано 100 витков провода сопротивлением 10 Ом, расположена так, что магнитное поле с индукцией 50 мТл образует угол 60° с ее плоскостью. Какой заряд протечет через рамку при повороте ее на 30° так, что ее плоскость будет составлять угол 30° с направлением поля ?
- 8.4.61. * Медный обруч массой 5 кг расположен в плоскости магнитного меридиана. Какой заряд протечет по нему, если его повернуть вокруг вертикальной оси на 90° ? Горизонтальная составляющая магнитного поля Земли 20 мкТл.
- 8.4.62. * Магнитный поток через контур сопротивлением 2 Ом равномерно увеличили от 0 до 0,3 мВб. Какой заряд при этом прошел через поперечное сечение проводника ?
- 8.4.63. * Проволочная рамка площадью 400 см^2 равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией 0,02 Тл вокруг оси, перпендикулярной направлению поля. Период вращения рамки 0,05 с. Рамка состоит из 300 витков. Определить максимальное значение ЭДС, возникающей в рамке.
- 8.4.64. * Катушка индуктивности площадью 2 см^2 из 500 витков толстого провода подключена к конденсатору емкостью 20 нФ и помещена в однородное магнитное поле с индукцией 2 мТл, параллельной оси катушки. Определите максимальный ток в катушке, если конденсатор зарядился до напряжения 100 В, когда магнитное поле выключили.
- 8.4.65. * Два параллельных замкнутых на одном конце провода, расстояние между которыми 50 см, находятся в магнитном поле с индукцией 5 мТл. Плоскость, в которой расположены провода, перпендикулярна полю. По проводам под действием силы 0,1 мН с постоянной скоростью 10 м/с скользит металлический мостик. Найти сопротивление мостика, пренебрегая сопротивлением проводов и силой трения.
- 8.4.66. * С какой угловой скоростью надо вращать прямой проводник длиной 20 см вокруг оси, проходящей на расстоянии 5 см от его конца перпендикулярно проводнику, в плоскости, перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля с магнитной индукцией 0,2 Тл, чтобы в проводнике возникала ЭДС 0,3 В ?
- 8.4.67. * Тонкий медный провод массой 1 г согнут в виде квадрата, и концы его замкнуты. Квадрат помещен в однородное магнитное поле 0,1 Тл так, что плоскость его перпендикулярна линиям индукции поля. Определить количество электричества, которое протечет по проводнику, если квадрат, потянув за противоположные вершины, вытянуть в линию.
- 8.4.68. * Квадратная рамка со стороной 20 см расположена в магнитном поле так, что ее плоскость образует угол 30° с направлением поля. Индукция поля изменяется с течением времени по закону $B = B_0 \cdot \cos(\omega \cdot t)$, где $B_0 = 0,2 \text{ Тл}$, $\omega = 3141 \text{ рад/мин}$. Определить ЭДС индукции в рамке в момент времени 4 с.

- 8.4.69. В однородном магнитном поле с индукцией $0,02$ Тл расположены вертикально на расстоянии 80 см друг от друга два проволочных прута, замкнутых наверху. Магнитное поле перпендикулярно плоскости, где они расположены. По прутьям с постоянной скоростью $1,5$ м/с скользит вниз перемычка массой $1,2$ г. Определить ее сопротивление.
- 8.4.70. Прямолинейный проводник длиной 10 см перемещают в однородном магнитном поле с индукцией $0,1$ Тл. Проводник, вектор его скорости и вектор индукции поля взаимно перпендикулярны. С каким ускорением нужно перемещать проводник, чтобы разность потенциалов на его концах U возрастала, как показано на рисунке.
- 
- 8.5. Самоиндукция
- 8.5.1. Соленоид сечением 10 см² содержит 1000 витков. Индукция внутри соленоида при силе тока 5 А равна $0,1$ Тл. Определить индуктивность соленоида.
- 8.5.2. Определить индуктивность катушки, если при силе тока $6,2$ А, ее магнитное поле обладает энергией $0,32$ Дж.
- 8.5.3. В соленоиде, индуктивность которого $0,4$ мГн и площадь поперечного сечения 10 см², сила тока равна $0,5$ А. Какова индукция поля внутри соленоида, если он содержит 100 витков?
- 8.5.4. Найти индуктивность проводника, в котором равномерное изменение силы тока на 2 А в течение $0,5$ с возбуждает ЭДС самоиндукции 20 мВ.
- 8.5.5. Какова индуктивность катушки с железным сердечником, если за время $0,5$ с ток в цепи изменился от 10 до 5 А, а возникшая при этом ЭДС самоиндукции равна 25 В?
- 8.5.6. Определите индуктивность катушки, если при постоянном изменении в ней тока от 5 до 10 А за время $0,1$ с возникает ЭДС самоиндукции 20 В.
- 8.5.7. При изменении силы тока в катушке от 5 до 10 А за $0,1$ с возникает ЭДС самоиндукции 10 В. На сколько при этом изменяется энергия магнитного поля катушки?
- 8.5.8. Какова скорость изменения силы тока в обмотке электромагнитного реле с индуктивностью $3,5$ Гн, если в ней возбуждается ЭДС самоиндукции 105 В.
- 8.5.9. По катушке индуктивностью 80 мГн проходит постоянный ток 2 А. Определить время убывания тока при размыкании цепи, если ЭДС самоиндукции равна 16 В.
- 8.5.10. За какое время в катушке с индуктивностью $0,24$ Гн происходит нарастание силы тока от нуля до $14,4$ А, если при этом возникает средняя ЭДС самоиндукции 30 В?
- 8.5.11. Какова индуктивность катушки, если за время $2,5$ с ток изменился от 15 до 5 А, а возникшая при этом ЭДС самоиндукции равна 20 В?
- 8.5.12. При протекании тока силой $15,7$ А по обмотке длинной катушки диаметром 2 см и индуктивностью 300 мГн внутри нее возбуждается однородное магнитное поле. Найти модуль магнитной индукции, если число витков в катушке равно 500 .

- 8.5.13. В катушке индуктивности 40 мГн при равномерном исчезновении тока 2 А в течение 0,01 с возникает ЭДС самоиндукции.
- 8.5.14. Определите индуктивность катушки, если при равномерном изменении в ней тока от 5 до 10 А за 1 с в катушке возникает ЭДС самоиндукции, равная 10 В
- 8.5.15. Ток в катушке индуктивности $L = 2$ Гн изменяется со временем, как показано на рисунке. Найти наибольшее по модулю значение ЭДС самоиндукции за промежуток времени 2 с.



8.6. Энергия магнитного поля

- 8.6.1. Во сколько раз изменится энергия магнитного поля соленоида, если силу тока в нем уменьшить на 50%?
- 8.6.2. На катушке с сопротивлением 5 Ом и индуктивностью 25 мГн поддерживается постоянное напряжение 50 В. Какая энергия выделится при размыкании цепи катушки?
- 8.6.3. Индуктивность катушки 0,1 мГн. При каком магнитном потоке энергия магнитного поля катушки равна 0,8 мДж?
- 8.6.4. На катушку с сопротивлением 8,2 Ом подано постоянное напряжение 55 В. Сколько энергии выделится при размыкании цепи катушки, если ее индуктивность 25 мГн?
- 8.6.5. Определите энергию магнитного поля, если при протекании тока 2 А магнитный поток через соленоид равен 8 мВб.
- 8.6.6. Определить индуктивность катушки, если в ней при прохождении тока 2 А энергия магнитного поля была равна 1 Дж?
- 8.6.7. По катушке протекает постоянный ток, создающий магнитное поле. Энергия этого поля равна 0,5 Дж, а магнитный поток через катушку равен 0,1 Вб. Найти величину тока.
- 8.6.8. Какой должна быть сила тока в обмотке дросселя с индуктивностью 15 мГн, чтобы энергия оказалась 12 Дж?
- 8.6.9. Определить индуктивность катушки, если при токе 6,4 А ее магнитное поле обладает энергией 0,32 Дж.
- 8.6.10. Какая совершается работа при пересечении проводником с током 4 А магнитного потока 1,5 Вб? Проводник движется перпендикулярно линиям индукции поля.

9. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

9.1. Механические гармонические колебания

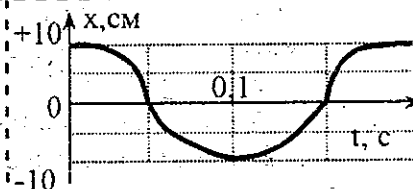
- 9.1.1. Уравнение гармонических колебаний имеет вид $x = 4 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot t)$ (м). Определить ускорение в момент времени, равный 0,5 с от начала отсчета.
- 9.1.2. Материальная точка совершает гармонические колебания. Период колебаний 0,5 с, максимальное ускорение $15,8 \text{ м/с}^2$. Определить амплитуду колебаний.
- 9.1.3. За какое время от начала движения точка, колеблющаяся по закону $x = 7 \cdot \sin(0,5 \cdot \pi \cdot t)$ (м), проходит путь от положения равновесия до максимального смещения?

- 9.1.4. * Две точки совершают гармонические колебания. Максимальная скорость первой точки 3 м/с. Какова максимальная скорость второй точки, если период ее колебаний в 3 раза больше, а амплитуда колебаний в 6 раз больше, чем у первой ?
- 9.1.5. За какой промежуток времени маятник, совершающий гармонические колебания по закону синуса, отклонится от положения равновесия на половину амплитуды ? Период колебаний 6 с, начальная фаза равна нулю.
- 9.1.6. Тело совершает гармонические колебания. Период колебаний 0,15 с, максимальная скорость 8 м/с. Определить амплитуду колебаний.
- 9.1.7. Определите смещение от положения равновесия материальной точки, совершающей косинусоидальные колебания через 0,5 с от начала отсчета. Начальная фаза колебаний $\pi/6$ радиан, период 6 с, амплитуда 6 см.
- 9.1.8. За равные промежутки времени первое тело совершило 100, а второе - 400 колебаний. Определить отношение периода колебаний первого тела к периоду колебаний второго.
- 9.1.9. Материальная точка совершает гармонические колебания с периодом 0,8 с, начав движение из положения равновесия. Амплитуда колебания 1,5 м. Чему равна скорость через 2 с после начала движения ?
- 9.1.10. При гармонических колебаниях вдоль оси OX координата тела изменяется по закону $x = 0,4 \cdot \sin(2 \cdot t)$ (м). Чему равна амплитуда колебаний ускорения ?
- 9.1.11. Уравнение движения колеблющейся точки имеет вид $x = 0,05 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot t/3)$ (м). Найдите ускорение точки через 3 с от начала колебаний.
- 9.1.12. Уравнение движения точки $x = 0,05 \cdot \cos(3 \cdot \pi \cdot t)$ (м). Чему равна амплитуда ускорения ?
- 9.1.13. Найти максимальное значение скорости точки, уравнение движения которой $x = 0,02 \cdot \sin(14 \cdot \pi \cdot t/3)$.
- 9.1.14. Во сколько раз изменится амплитуда колебаний ускорения гармонически колеблющейся точки, если при неизменной амплитуде смещения частоту колебаний уменьшить в 2 раза ?
- 9.1.15. Материальная точка совершает гармонические колебания по закону $x = 2 \cdot \sin(0,25 \cdot \pi \cdot t + 0,5 \cdot \pi)$ (м). Определить период колебаний.
- 9.1.16. Найти период гармонического колебания, фаза которого увеличивается от 0 до 2 радиан за 4 с.
- 9.1.17. При фазе $\pi/3$ смещение частицы, колеблющейся по закону косинуса, было равно 1 см. Найти амплитуду колебаний и смещение при фазе $3\pi/4$.
- 9.1.18. Материальная точка совершает гармонические колебания с периодом 0,5 с. Амплитуда колебания 0,9 м. Движение точки начинается из положения $x_0 = 30$ см. Определить смещение точки через 4 с после начала движения.
- 9.1.19. Уравнение колебаний материальной точки имеет вид $x = 0,02 \cdot \sin(\pi \cdot t/2 + \pi/4)$ (м). Каково максимальное ускорение точки ?
- 9.1.20. * Маятник массой 5 кг и длиной 0,8 м совершает колебательное движение с амплитудой 0,4 м. Определить скорость движения маятника, когда он пройдет путь 10 см от положения равновесия.

9.1.21. Тело совершает гармонические синусоидальные колебания с нулевой начальной фазой. Через 0,5 с после начала колебаний смещение тела от положения равновесия впервые становится равным половине амплитудного значения. Найти период колебаний.

9.1.22. Материальная точка совершает синусоидальные колебания с амплитудой 8 см и начальной фазой $1/3 \pi$. Частота колебаний 0,25 Гц. Найти смещение точки от положения равновесия через 1 с после начала колебания.

9.1.23. Найти период гармонического колебания, изображенного на рисунке.



9.1.24. $T = 0,2$ с – период гармонического колебания, с амплитудой 10 см. Найти смещение тела от положения равновесия при $t = T/4$.

9.1.25. Материальная точка совершает гармонические колебания. Если при неизменной амплитуде увеличить частоту колебаний в два раза, во сколько раз изменится максимальное значение возвращающей силы, действующей на точку.

9.1.26. Материальная точка совершает гармонические колебания. Если при неизменной амплитуде уменьшить циклическую частоту колебаний в четыре раза, во сколько раз изменится максимальное значение возвращающей силы, действующей на точку.

9.2. 9.2. Математический маятник

9.2.1. Во сколько раз изменится частота колебаний математического маятника при увеличении длины нити в 3 раза?

9.2.2. Амплитуда колебаний математического маятника 10 см. Наибольшая скорость 0,5 м/с. Определите длину маятника.

9.2.3. Частота гармонических колебаний математического маятника возрастает в 2 раза. На сколько процентов уменьшится при этом период колебаний маятника?

9.2.4. Период колебания маятника на Земле равен 1 с. Каким он будет на Луне, если ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше земного?

9.2.5. Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону $x = 0,04 \cdot \cos(2 \cdot t + 0,8)$ (м)?

9.2.6. Два математических маятника с периодами колебаний 6 и 5 с соответственно одновременно начинают колебания в одинаковых фазах. Через какое наименьшее время их углы отклонения и направления движения снова будут одинаковыми?

9.2.7. Два маятника начинают одновременно совершать колебания. За время первых 15 колебаний первого маятника второй совершил только 10 колебаний. Определите отношение длины второго маятника к длине первого.

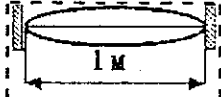
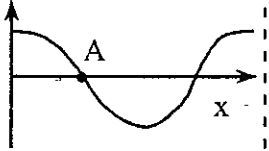
9.2.8. При опытном определении ускорения свободного падения учащийся за 5 мин насчитал 150 полных колебаний маятника. Определить значение ускорения, если длина маятника 1 м.

- 9.2.9. Маятник установлен в кабине автомобиля, движущегося прямолинейно со скоростью 20 м/с. Определить частоту колебаний маятника, если за время, в течение которого автомобиль проходит 200 м, маятник совершает 27 полных колебаний.
- 9.2.10. * Один математический маятник имеет период 3 с, а другой – 4 с. Каков период колебаний маятника, длина которого равна сумме длин указанных маятников ?
- 9.2.11. * Математический маятник длиной 0,01 м имеет ту же частоту колебаний, что и шарик, подвешенный на пружине с коэффициентом жесткости 20 Н/м. Какова масса шарика ?
- 9.2.12. * Математический маятник длиной 2,45 м совершает 100 колебаний за 314 с. Определите ускорение свободного падения для данной местности.
- 9.2.13. * Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону $x = 0,5 \cdot \cos(2 \cdot t + 0,8)$ (м) ?
- 9.2.14. * Маятник состоит из металлического шарика массой 1 г и нити. На шарик поместили заряд 1,94 мкКл и включили горизонтальное электрическое поле напряженностью 20 кВ/м. Во сколько раз изменится период колебаний ?
- 9.2.15. * Определите длину математического маятника, который за 10 с совершает на 4 полных колебания меньше, чем маятник длиной 60 см.
- 9.2.16. * Математический маятник длиной 1 м совершает гармонические колебания с амплитудой 6 см. Определить скорость маятника при прохождении им положения равновесия.
- 9.2.17. * Во сколько раз время прохождения колеблющейся точкой первой половины амплитуды больше времени прохождения второй половины при движении ее из положения равновесия по синусоидальному закону.
- 9.2.18. * К потолку подвешены два маятника. За одинаковое время первый маятник совершил 5 колебаний, а второй – 3 колебания. Какова длина второго маятника, если разность их длин 48 см ?
- 9.2.19. * Первый шарик, подвешенный на нити длиной 1 м, отклонили от положения равновесия на малый угол и отпустили. Второй шарик падает свободно без начальной скорости из точки подвеса нити. Во сколько раз время движения первого шарика до точки равновесия превышает время движения второго, если движение они начали одновременно ?
- 9.2.20. * Математический маятник совершает колебания. В положении наибольшего отклонения ускорение маятника в 10 раз больше, чем в момент прохождения равновесия. Найдите угол максимального отклонения маятника.
- 9.2.21. * Кубик совершает малые колебания в вертикальной плоскости, двигаясь без трения по внутренней поверхности сферической чаши. Определить период колебаний кубика, если радиус чаши 2,5 м.
- 9.2.22. * Небольшой металлический шарик массой 10 г, подвешенный на нити длиной 0,1 м, совершает колебания над бесконечной равномерно заряженной непроводящей горизонтальной плоскостью с плотностью заряда 1 мкКл/м². Определить период колебания маятника при условии, что на шарике находится заряд 0,885 мкКл.

9.2.23.	* Математический маятник с длиной нити L совершает свободные колебания вблизи стены с частотой ν . Чему будет равна частота колебаний такого маятника, если на одной вертикали с точкой подвеса в стену вбить гвоздь на расстоянии $3/4 L$ от точки подвеса?	
9.2.24.	* В неподвижном лифте период собственных колебаний математического маятника равен T . Чему равен период колебаний этого маятника в лифте, движущемся вниз с ускорением $0,5g$?	
9.3.	9.3. Пружинный маятник	
9.3.1.	Шарик массой 5 г колеблется по закону $x = 0,04 \cdot \sin 2\pi \cdot (t/T + 0,5)$, где x измеряется в метрах. Период колебаний 4 с. Чему равно максимальное значение силы, действующей на шарик?	
9.3.2.	Шарик на пружине сместили на 1 см от положения равновесия и отпустили. Какой путь пройдет шарик за 2 с, если частота его колебаний 6 Гц?	
9.3.3.	Определить амплитуду колебаний, если для фазы 45° смещение частицы оказалось равным 10 см.	
9.3.4.	Частота колебаний шарика, прикрепленного к вертикальной пружине, равна 2,8 Гц. Каково удлинение этой пружины, если подвешенный к ней шарик находится в покое?	
9.3.5.	Найти массу груза, который на пружине жесткостью 25 Н/см делает 20 колебаний за 16 с.	
9.3.6.	Если увеличить массу груза, подвешенного к спиральной пружине, на 600 г, то период колебаний груза возрастет в 2 раза. Определить массу первоначально подвешенного груза.	
9.3.7.	Груз, подвешенный к пружине, совершает 10 колебаний в минуту. Определите жесткость пружины, если масса груза 0,6 кг.	
9.3.8.	Пружина под действием груза массой 10 кг совершает 50 колебаний в минуту. Определите коэффициент жесткости пружины.	
9.3.9.	Уравнение колебаний пружинного маятника массой 200 г имеет вид $x = 0,05 \cdot \cos(8\pi \cdot t + \pi/3)$ (м). Определите жесткость пружины, если ее массой можно пренебречь.	
9.3.10.	Груз, подвешенный к пружине, вызвал ее удлинение на 4 см. Найти период собственных колебаний пружинного маятника.	
9.3.11.	Автомобильные рессоры имеют жесткость 20 кН/м. Каким будет период колебаний, если на рессоры упадет груз массой 500 кг?	
9.3.12.	Длина пружинного маятника увеличилась в 4 раза. Во сколько раз изменится период колебаний?	
9.3.13.	Висящий на пружине груз массой 0,1 кг совершает вертикальные колебания с амплитудой 4 см. Определить период колебаний, если для упругого удлинения пружины на 1 см требуется сила 0,1 Н.	
9.3.14.	Тело совершает гармонические колебания в горизонтальной плоскости на пружине жесткостью 500 Н/м. Определить амплитуду колебаний, если в ходе колебаний максимальное значение силы упругости равно 40 Н.	
9.3.15.	Найти массу груза, который на пружине с жесткостью 250 Н/м совершает 100 полных колебаний за 1 мин 20 с.	

- 9.3.16. * Невесомая пружина жесткостью 100 Н/м подвешена за один из концов так, что ее ось вертикальна. К одному концу прикрепляют груз массой 250 г. Определите скорость, с которой груз проходит положение равновесия. В момент прикрепления груза натяжения пружины не было.
- 9.3.17. * На пружине подвешена чаша весов с гирями. При этом период вертикальных колебаний 0,5 с. После помещения на чашу весов добавочных гирь, период колебаний увеличился на 0,1 с. На сколько удлинилась пружина?
- 9.3.18. * Груз массы 200 г, подвешенный к пружине, колеблется с такой же частотой, что и математический маятник длины 0,2 м. Найти коэффициент жесткости пружины.
- 9.3.19. * Как изменится период вертикальных колебаний груза, подвешенного на двух одинаковых пружинах, если от последовательного соединения пружин перейти к параллельному их соединению?
- 9.4. 9.4. Энергия механических колебаний
- 9.4.1. * Груз, подвешенный на пружине, жесткость которой 1 кН/м, совершает косинусоидальные колебания с амплитудой 2 см. Найти потенциальную энергию груза при фазе $\pi/3$.
- 9.4.2. * Во сколько раз изменится полная механическая энергия колеблющегося маятника при уменьшении его длины в 3 раза и увеличении амплитуды колебаний в 2 раза?
- 9.4.3. * Найти потенциальную энергию математического маятника массой 200 г в положении, соответствующем углу отклонения нити от вертикали 10° , если частота колебаний маятника 0,5 Гц. В положении равновесия потенциальную энергию считать равной нулю.
- 9.4.4. * Груз массой 0,2 кг колеблется на пружине жесткостью 500 Н/м. Чему равна полная энергия груза, если амплитуда колебаний 10 см?
- 9.4.5. * Смещение груза, подвешенного на пружине, в зависимости от времени задается законом $x(t) = 0,08 \cdot \cos(10 \cdot t + \pi/4)$ (м). При этом максимальная кинетическая энергия составляет 0,8 Дж. Найдите жесткость пружины.
- 9.4.6. * Найти кинетическую энергию груза, совершающего косинусоидальные колебания на пружине жесткостью 6000 Н/м, для фазы 30° . Амплитуда колебаний 8 см, масса груза 0,15 кг.
- 9.4.7. * Груз массой 0,2 кг, подвешенный на пружине, совершает 30 колебаний за 1 минуту с амплитудой 0,1 м. Определить кинетическую энергию груза через $1/6$ периода после момента прохождения грузом положения равновесия.
- 9.4.8. * Пружинный маятник вывели из положения равновесия и отпустили. Через какое время кинетическая энергия колеблющегося тела будет в первый раз равна потенциальной энергии пружины, если период колебаний 200 мс?
- 9.4.9. * Пружинный маятник совершает косинусоидальные колебания, после того как его вывели из положения равновесия и отпустили. Через какое время после начала колебаний его кинетическая энергия станет равна его потенциальной?
- 9.4.10. * Материальная точка совершает гармонические колебания. Как изменится кинетическая энергия точки, если амплитуда колебания увеличится в 2 раза?

9.4.11.	Максимальная кинетическая энергия материальной точки массы 10 г, совершающей гармонические колебания с периодом 2 с, равна 0,1 мДж. Найти амплитуду колебания этой точки.
9.4.12.	Тело массы 5 кг совершает гармонические колебания с амплитудой 10 см. Максимальная кинетическая энергия колеблющегося тела равна 2,5 Дж. Найти период колебаний.
9.4.13.	Тело массы 5 кг совершает гармонические колебания с частотой 2,5 Гц и амплитудой 4 см. Найти максимальную кинетическую энергию этого тела.
9.5.	9.5. Механический резонанс
9.5.1.	При какой скорости поезда маятник длиной 10 см, подвешенный в вагоне, особенно сильно раскачивается, если расстояние между стыками рельсов 12,55 м?
9.5.2.	Ведро с водой на коромысле имеют частоту собственных колебаний 0,625 Гц. При какой длине шага вода будет особенно сильно выплескиваться, если человек с ведрами движется с постоянной скоростью 2,7 км/ч?
9.5.3.	Автомобиль движется по неровной дороге, на которой расстояние между буграми равно приблизительно 9 м. Период свободных колебаний автомобиля на рессорах равен 1,5 с. При какой скорости автомобиля его колебания в вертикальной плоскости станут наиболее заметными?
9.5.4.	Трактор оставил на грунтовой дороге следы в виде углублений на расстоянии 0,3 м друг от друга. По дороге движется автомобиль массой 2 т, имеющий две одинаковые рессоры жесткостью 44 МН/м каждая. При какой скорости автомобиля он будет испытывать максимальные вертикальные раскачивания?
9.6.	9.6. Механические волны
9.6.1.	Точки, находящиеся на одном луче и удаленные от источника колебаний на 12 и 14,7 м, колеблются с разностью фаз $1,5\pi$. Определить скорость распространения колебаний в данной среде, если период колебания источника 1 мс.
9.6.2.	Какую разность фаз будут иметь колебания двух точек, находящихся на расстоянии 10 и 16 м от источника колебаний. Период колебаний 0,04 с, скорость распространения колебаний 300 м/с.
9.6.3.	Эхо от ружейного выстрела дошло до стрелка через 6 с после выстрела. На каком расстоянии находится преграда, от которой произошло отражение звука? Скорость звука 330 м/с.
9.6.4.	Скорость распространения волн, качающих лодку, 1,5 м/с. Расстояние между ближайшими точками волны, которые отличаются по фазе на 90° , равно 1,5 м. Найти период колебаний.
9.6.5.	Во сколько раз изменится длина звуковой волны при переходе из воздуха в воду? Скорость звука в воде 1450 м/с, в воздухе – 340 м/с.
9.6.6.	Плоская волна, возбуждаемая источником, колеблющимся по закону $x = 0,2 \cdot \sin(62,8 \cdot t)$ (м), распространяется со скоростью 15 м/с. Определите длину волны.

- 9.6.7. В струне, закрепленной с двух концов, возбуждены колебания. На рисунке показаны положения струны в различные моменты времени. Длина струны 1 м, частота колебаний 340 Гц. Какова скорость распространения поперечных волн в струне ?
- 
- 9.6.8. Волна с частотой 5 Гц распространяется в пространстве со скоростью 3 м/с. Найти разность фаз волны в двух точках пространства, отстоящих друг от друга на расстоянии 20 см и расположенных на прямой, совпадающей с направлением распространения волны.
- 9.6.9. Волны распространяются в упругой среде со скоростью 100 м/с. Наименьшее расстояние между точками среды, фазы колебаний которых противоположны, равно 1 м. Определить частоту колебаний.
- 9.6.10. На озере в безветренную погоду с лодки бросили тяжелый якорь. От места бросания якоря пошли волны. Человек, стоящий на берегу, заметил, что волна дошла до него через 50 с, расстояние между соседними гребнями волны 0,5 м, а за 5 с было 20 всплесков о берег. Как далеко от берега находилась лодка ?
- 9.6.11. Рассчитать длину звуковой волны в воде, если частота колебаний 440 Гц и скорость звука 1450 м/с.
- 9.6.12. Определить расстояние между двумя ближайшими точками бегущей волны, лежащими на одном луче, которые колеблются в такт, если скорость распространения волн 5000 м/с, а частота 100 Гц.
- 9.6.13. Найти разность фаз колебаний между двумя точками звуковой волны, отстоящими друг от друга на 25 см, если частота колебаний 680 Гц. Скорость звука 340 м/с.
- 9.6.14. Длина волны 60 см. На каком расстоянии друг от друга находятся точки волны с разностью фаз 60° ?
- 9.6.15. Вдоль резинового шнура распространяются волны со скоростью 3 м/с при частоте 2 Гц. Определите разность фаз двух колеблющихся точек на шнуре, расстояние между которыми равно 75 см.
- 9.6.16. Скорость звука в воздухе 330 м/с. Какова частота звуковых колебаний, если длина звуковой волны равна 33 см ?
- 9.6.17. * Рыболов заметил, что за 10 с поплавков совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними горбами волн равно 1,2 м. Какова скорость распространения волн ?
- 9.6.18. На рисунке приведена «мгновенная фотография» участка струны, по которой в направлении оси x распространяется поперечная бегущая волна. Укажите, в каком направлении в следующий момент времени сместится частица струны, соответствующая точке A на рисунке?
- 
- 9.6.19. * У звуковой волны частоты 2 кГц при переходе из стали в воздух длина волны уменьшается на 2,33 м. Скорость этой волны в воздухе 340 м/с. Найти скорость волны в стали.
- 9.6.20. Звуковая волна с частотой колебаний 500 Гц распространяется в стальном стержне со скоростью 2 км/с. Чему равно расстояние между ближайшими точками волны, отличающимися по фазе $\pi/2$?

- 9.6.21. Стальную деталь проверяют ультразвуковым дефектоскопом с частотой 1 МГц. Отраженный от дефекта сигнал возвратился на поверхность детали через 8 мкс после посылки. Длина ультразвуковой волны в стали равна 5 мм. На какой глубине находится дефект?
- 9.6.22. Сигнал ультразвукового эхолота возвратился на корабль через 0,4 с после излучения, отразившись от дна моря на глубине 300 м. Какова скорость распространения ультразвуковых волн в воде?
- 9.6.23. Какова длина волны ультразвукового сигнала, посланного корабельным гидролокатором, излучающим колебания с частотой ν , если, отразившись от айсберга, находящегося на расстоянии L от корабля, сигнал был принят на корабле через интервал времени t ?
- 9.6.24. Толщина стального листа контролируется генератором, излучающим ультразвуковые волны длины λ и частоты ν . Какова толщина стального листа, если при измерении получены два отраженных сигнала (от передней и задней поверхностей листа) с интервалом времени t ?
- 9.7. 9.7. Колебательный контур
- 9.7.1. Собственные колебания тока в контуре протекают по закону $I = 0,01 \cdot \cos(1000 \cdot \pi \cdot t)$ (А). Найти индуктивность контура, зная, что емкость его конденсатора 10 мкФ.
- 9.7.2. Изменение заряда конденсатора в колебательном контуре происходит по закону $Q = 10^{-6} \cdot \cos(5,024 \cdot 10^7 \cdot t)$ (Кл). Определить частоту электромагнитных колебаний в контуре.
- 9.7.3. Индуктивность колебательного контура 500 мкГн. Какую емкость следует выбрать, чтобы настроить его на частоту 1 МГц?
- 9.7.4. Необходимо изготовить колебательный контур, собственная частота которого 15 кГц. Конденсатор какой емкости следует подобрать, если имеется катушка индуктивностью 1 мГн?
- 9.7.5. Мгновенное значение силы синусоидального тока через $1/3$ периода равно 2,6 А. Какой будет сила тока при фазе $1,5 \pi$?
- 9.7.6. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и плоского воздушного конденсатора. Во сколько раз изменится период свободных колебаний, если пространство между обкладками заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью 4,5?
- 9.7.7. В колебательном контуре к конденсатору подсоединили параллельно другой конденсатор втрое большей емкости, после чего частота колебаний в контуре уменьшилась на 300 Гц. Найти первоначальную частоту колебаний в контуре.
- 9.7.8. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и двух одинаковых конденсаторов, включенных параллельно. Период собственных колебаний контура 0,02 с. Чему будет равен период, если конденсаторы включить последовательно?
- 9.7.9. Напряжение на конденсаторе в идеальном колебательном контуре изменяется по закону $U = 50 \cdot \cos(10^5 \cdot t)$ (В), при этом максимальное значение заряда конденсатора равно 5 мкКл. Определите индуктивность катушки контура.
- 9.7.10. К конденсатору с зарядом 0,25 нКл подключена катушка индуктивности. Каков максимальный ток в катушке, если частота свободных колебаний контура 40 МГц?

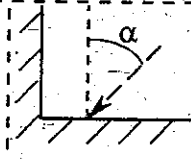
- 9.7.11. Частота собственных колебаний в колебательном контуре увеличилась в 3 раза. Во сколько раз изменилась емкость конденсатора ?
- 9.7.12. Чему равен период собственных колебаний в контуре, индуктивность которого равна 2,5 мГн, а емкость – 1,5 мкФ ?
- 9.7.13. Во сколько раз изменится период свободных электрических колебаний в колебательном контуре, если индуктивность катушки увеличить в 4 раза ?
- 9.7.14. Заряд на обкладках конденсатора колебательного контура изменяется по закону $q = 3 \cdot 10^{-7} \cdot \cos(800 \cdot \pi \cdot t)$ (Кл). Индуктивность контура 2 Гн. Пренебрегая активным сопротивлением, найти емкость конденсатора.
- 9.7.15. Во сколько раз изменится амплитуда колебаний силы тока, протекающего через конденсатор, если при неизменной амплитуде колебаний напряжения частоту колебаний напряжения увеличить в 2 раза ?
- 9.7.16. Во сколько раз изменится частота колебаний в колебательном контуре, при увеличении расстояния между пластинами конденсатора контура вдвое ?
- 9.7.17. * Сила тока изменяется со временем по закону $I = 2 \cdot \cos(10 \cdot t)$ (А). Чему равен период электрических колебаний ?
- 9.7.18. * В колебательном контуре конденсатор емкостью 50 нФ заряжен до максимального напряжения 100 В. Определить собственную частоту колебаний в контуре, если максимальная сила тока в контуре равна 0,2 А.
- 9.7.19. * Батарею из двух одинаковых конденсаторов емкостью 10 нФ каждый, заряженную от источника постоянного напряжения 200 В, подключают к катушке индуктивностью 8 мкГн. Определите силу тока в колебательном контуре через 0,31 мкс после подключения к катушке. Конденсаторы соединены параллельно.
- 9.7.20. * Колебательный контур составлен из индуктивности 0,1 Гн и конденсатора емкостью 10 мкФ. Когда напряжение на конденсаторе равно 30 В, сила тока в контуре равна 0,4 А. Какова максимальная сила тока в контуре ?
- 9.7.21. * Колебательный контур составлен из дросселя с индуктивностью 0,2 Гн и конденсатора емкостью 10 мкФ. В момент, когда напряжение на конденсаторе равно 1,57 В, ток в контуре составляет 0,01 А. Каков максимальный ток в контуре ?
- 9.7.22. * В колебательном контуре совершаются незатухающие электромагнитные колебания. Определить силу тока в контуре через $1/300$ с от начала отсчета, если заряд конденсатора контура изменяется по закону $q = 0,006 \cdot \sin(100 \cdot \pi \cdot t)$ (Кл.).
- 9.7.23. Электрический колебательный контур содержит катушку индуктивности 10 мГн, конденсатор емкости 880 пФ и подсоединенный параллельно подстроечный конденсатор емкости 20 пФ. Какова частота незатухающих колебаний в контуре ?
- 9.7.24. Ток в идеальном колебательном контуре изменяется по закону $I = 0,01 \cos(1000 t)$ (А). Найдите индуктивность контура, если емкость его конденсатора равна 20 мкФ.

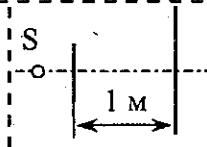
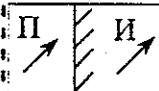
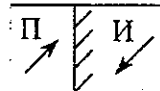
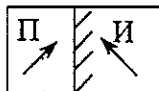
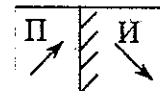
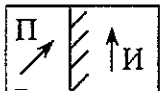
9.7.25.	Как изменится частота колебаний в идеальном колебательном контуре, если расстояние между пластинами плоского конденсатора контура уменьшить в 4 раза?
9.8.	9.8. Затухающие колебания
9.8.1.	Сила тока в сети изменяется по закону $i = 4,2 \cdot \sin(\omega \cdot t)$ (А). Какое количество теплоты выделит электрокамин за 1 ч работы, если его сопротивление 70 Ом ?
9.8.2.	В колебательном контуре происходят затухающие электромагнитные колебания. Сколько теплоты выделится в контуре до полного затухания колебаний, если емкость конденсатора 10 нФ, а максимальный заряд 1 мкКл ?
9.8.3.	* Конденсатор емкостью 10 мкФ зарядили до напряжения 400 В и подключили к катушке. После этого возникли затухающие электрические колебания. Сколько теплоты выделится в контуре за время, в течение которого амплитуда колебаний напряжения уменьшится вдвое ?
9.9.	9.9. Энергия электромагнитных колебаний
9.9.1.	Определить силу тока в колебательном контуре в момент полной разрядки конденсатора, если энергия магнитного поля тока в катушке 4,8 мДж, а индуктивность 0,24 Гн.
9.9.2.	Полная энергия колебаний в контуре равна 5 Дж. Найти максимальную силу тока в контуре, если индуктивность равна 0,1 Гн.
9.9.3.	Уравнение колебаний электрического заряда в колебательном контуре ($L = 2$ Гн) имеет вид $q = 0,05 \cdot \cos(10 \cdot t + 0,1)$ (Кл). Определите максимальное значение энергии магнитного поля в колебательном контуре.
9.9.4.	Через поперечное сечение катушки индуктивностью 12 мГн проходит заряд 60 мКл за 0,01 с. Какова энергия магнитного поля катушки ?
9.9.5.	В колебательном контуре сила тока изменяется по закону $i = -0,02 \cdot \sin(400 \cdot \pi \cdot t)$ (А). Индуктивность контура 1 Гн. Найти максимальное значение энергии электрического поля конденсатора, пренебрегая активным сопротивлением контура.
9.9.6.	В колебательном контуре индуктивность катушки равна 0,2 Гн. Амплитуда силы тока 40 мА. Найти энергию электрического поля конденсатора в тот момент, когда мгновенное значение силы тока в два раза меньше амплитудного.
9.9.7.	* Заряженный конденсатор замкнули на катушку индуктивности. Через какое время после подключения энергия в конденсаторе окажется равной энергии в катушке индуктивности ?
9.9.8.	* В электрическом колебательном контуре индуктивность катушки 4 мГн, а максимальный ток в ней 100 мА. Ток в катушке равен 50 мА. Какова энергия электрического поля конденсатора?
9.10.	9.10. Переменный ток
9.10.1.	Сила тока изменяется по формуле $i = 8,5 \cdot \sin(314 \cdot t + 0,651)$ (А). Определить действующее значение тока и его частоту.
9.10.2.	Катушка индуктивностью 20 мГн включена в сеть промышленного переменного тока. Определить индуктивное сопротивление катушки.
9.10.3.	Мгновенное значение ЭДС синусоидального тока 120 В для фазы 45° . Каково действующее значение ЭДС ?

- 9.10.4. Напряжение на концах участка цепи, по которой течет переменный ток, изменяется с течением времени по закону $U = U_0 \cdot \sin(\omega \cdot t + \pi/6)$ (В). В момент времени $t = T/12$ мгновенное напряжение равно 10 В. Определить амплитуду колебаний напряжения.
- 9.10.5. В цепь переменного тока включены последовательно конденсатор емкостью 1 мкФ и дроссель индуктивностью 0,5 Гн. Найдите отношение индуктивного сопротивления к емкостному при частоте 5 кГц.
- 9.10.6. Вольтметр, включенный в цепь переменного тока, показывает 220 В. На какое напряжение должна быть рассчитана изоляция в данной цепи?
- 9.10.7. Максимальное напряжение в колебательном контуре, состоящем из катушки с индуктивностью 5 мкГн и конденсатора емкостью 13330 пФ, равно 1,2 В. Сопротивление ничтожно мало. Определить действующее значение тока в контуре.
- 9.10.8. При включении конденсатора на синусоидальное напряжение 220 В с частотой 50 Гц в цепи установился ток 0,5 А. Какую электрическую емкость имеет конденсатор?
- 9.10.9. Определить емкость конденсатора фильтра выпрямителя, если частота тока 50 Гц, а емкостное сопротивление 230 Ом.
- 9.10.10. Конденсатор емкостью 10 мкФ включен в цепь, в которой мгновенное значение напряжения изменяется по закону $U = 310 \cdot \cos(314 \cdot t)$ (В). Рассчитать действующее значение силы тока.
- 9.10.11. Емкостное сопротивление конденсатора на частоте 50 Гц равно 100 Ом. Каким оно будет на частоте 200 Гц?
- 9.10.12. К зажимам генератора присоединены конденсатор с емкостью 0,1 мкФ. Найти амплитуду напряжения на зажимах, если амплитуда тока 2,2 А, а период колебаний тока 0,2 мс.
- 9.10.13. В сеть переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц включен конденсатор. Амплитудное значение силы тока в цепи 4,89 А. Какова емкость конденсатора?
- 9.10.14. ЭДС в цепи переменного тока выражается формулой $\varepsilon = 120 \cdot \sin(628 \cdot t)$ (В). Определить действующее значение ЭДС.
- 9.10.15. Длина воздушной линии передачи равна 300 км, частота тока 50 Гц. Найдите сдвиг напряжения по фазе в начале и в конце этой линии.
- 9.10.16. В цепь переменного тока включены последовательно сопротивление 100 Ом, конденсатор 20 мкФ и катушка индуктивности. В момент, когда напряжение на концах цепи 100 В, ток равен 0,5 А и возрастает со скоростью 200 А/с, а заряд конденсатора 0,6 мКл. Найти индуктивность катушки.
- 9.11. Трансформаторы**
- 9.11.1. Трансформатор включен в сеть с напряжением 120 В. Первичная обмотка его содержит 300 витков. Сколько витков должна иметь вторичная обмотка, чтобы напряжение на ее концах было 6,4 В?
- 9.11.2. Сила тока в первичной обмотке трансформатора 0,5 А, напряжение на ее концах 220 В; во вторичной обмотке – соответственно 8 А и 12 В. Определить КПД трансформатора.
- 9.11.3. ЭДС первичной и вторичной обмоток трансформатора соответственно равны 220 и 20 В, первичная обмотка содержит 400 витков. Найти число витков вторичной обмотки.

- 9.11.4. Понижающий трансформатор с коэффициентом трансформации 10 включен в сеть с напряжением 220 В. Каково напряжение на выходе трансформатора, если сопротивление вторичной обмотки 0,2 Ом, а сопротивление полезной нагрузки 2 Ом ?
- 9.11.5. Сила тока в первичной обмотке трансформатора 0,6 А, напряжение на ее концах 120 В. Сила тока во вторичной обмотке 4,8 А, напряжение 12 В. Определите КПД данного трансформатора.
- 9.11.6. Трансформатор повышает напряжение с 220 до 660 В и содержит в первичной обмотке 840 витков. Сколько витков содержится во вторичной обмотке ?
- 9.11.7. Обмотка трансформатора со стальным сердечником имеет индуктивность 0,6 Гн. При какой силе тока энергия магнитного поля трансформатора будет равна 90 Дж ?
- 9.11.8. * Первичная обмотка трансформатора, включенного в сеть 380 В, имеет 2400 витков. Сколько витков должна иметь вторичная обмотка с сопротивлением 0,2 Ом, чтобы при напряжении на зажимах 11 В передавать во внешнюю цепь мощность 22 Вт ?
- 9.11.9. * На первичную обмотку понижающего трансформатора с коэффициентом трансформации 10 подается напряжение 220 В. При этом во вторичной обмотке течет ток 4 А, ее сопротивление 2 Ом. Пренебрегая потерями в первичной обмотке, определите напряжение на выходе трансформатора.
- 9.11.10. * В сердечнике трансформатора, включенного в сеть переменного тока частотой 50 Гц, создан максимальный магнитный поток 1,5 мВб. Определить ЭДС первичной и вторичной обмоток трансформатора, если первичная обмотка имеет 670 витков, а вторичная - 90.
- 9.11.11. * Трансформатор, содержащий в первичной обмотке 300 витков, включен в сеть переменного тока с действующим напряжением 220 В. Вторичная цепь трансформатора питает активную нагрузку сопротивлением 50 Ом. Найти действующее значение силы тока во вторичной цепи, если падение напряжения на вторичной обмотке трансформатора, содержащей 165 витков, равно 50 В.
-
- 9.12. 9.12. Резонанс в колебательном контуре
- 9.12.1. В катушке индуктивности сила тока линейно увеличивается со скоростью 10 А/с. Определите возникающую ЭДС индукции, если резонансная частота колебательного контура, образованного этой катушкой и конденсатором емкостью 100 пФ, равна 100 кГц.
- 9.12.2. В цепь включены конденсатор 2 мкФ и индуктивность 0,05 Гн. Какой частоты ток надо подать в эту цепь, чтобы наблюдался резонанс ?
- 9.12.3. Параметры контуров таковы: $C_1 = 120$ пФ, $L_1 = 3,5$ мГн, $C_2 = 150$ пФ, $L_2 = 5$ мГн ? На сколько нужно изменить емкость C_2 , чтобы контуры были настроены в резонанс ?
- 9.12.4. Резонанс в колебательном контуре с конденсатором 1 мкФ наступает при частоте 400 Гц. Когда параллельно этому конденсатору подключить второй, резонансная частота становится 100 Гц. Найти емкость второго конденсатора.
- 9.12.5. * При изменении емкости конденсатора на 100 пФ резонансная частота колебательного контура увеличилась от 0,2 до 0,25 МГц. Какой индуктивностью обладает контур ?

9.13.	9.13. Электромагнитные волны
9.13.1.	Колебательный контур имеет емкость 2,6 пФ и индуктивность 0,012 мГн. Какой длины электромагнитные волны в вакууме создает контур, когда в нем происходят колебания с собственной частотой?
9.13.2.	Найти емкость конденсатора колебательного контура, если при индуктивности 50 мкГн контур настроен на длину волны электромагнитных колебаний 300 м.
9.13.3.	При изменении тока в катушке индуктивности на 1 А за 0,6 с в ней индуцируется ЭДС 0,2 мВ. Какую длину будет иметь радиоволна, излучаемая генератором, колебательный контур которого состоит из этой катушки и конденсатора емкостью 12 нФ?
9.13.4.	Определите максимальный ток в контуре, если длина электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур – 75,36 м, а максимальный заряд конденсатора равен 10 нКл.
9.13.5.	В каком диапазоне длин волн можно улавливать радиопередачи приемником, в колебательном контуре которого имеется катушка с индуктивностью 1,2 мГн и переменный конденсатор емкостью от 10 до 490 пФ?
9.13.6.	Радиопередатчик искусственного спутника Земли работает на частоте 20 МГц. Какова длина волны передатчика?
9.13.7.	Максимальная величина заряда на конденсаторе колебательного контура 1 мкКл, а максимальное значение силы тока через катушку этого же контура 10 А. Определите длину волны, испускаемой этим контуром.
9.13.8.	Колебательный контур создает в воздухе электромагнитные волны длиной 150 м. Какая емкость включена в контур, если индуктивность контура 0,25 мГн? Активным сопротивлением контура пренебречь.
9.13.9.	Если конденсатор с расстоянием между пластинами 1 см определенным образом расположить в однородном магнитном поле с индукцией 0,05 Тл, то ионы, летящие со скоростью 100 км/с, не испытывают отклонения. Найти напряжение на его обкладках. Вектор скорости перпендикулярен вектору магнитной индукции.
9.13.10.	Как нужно изменить емкость конденсатора в колебательном контуре радиоприемника, чтобы длина волны, на которую он настроен, увеличилась в 4 раза?
9.13.11.	Индуктивность катушки пропорциональна квадрату числа ее витков. Как следует изменить число витков катушки электрического колебательного контура, чтобы в два раза увеличить длину волны, на которую настроен контур?
9.13.12.	Электрический колебательный контур радиоприемника содержит катушку индуктивности 10 мГн и два параллельно соединенных конденсатора емкостей 360 и 40 пФ. На какую длину волны настроен контур?
9.13.13.	Колебательный контур радиоприемника содержит конденсатор емкости 1 нФ. Какова должна быть индуктивность катушки контура, чтобы обеспечить прием радиоволн длиной 300 м?
10.	10. ОПТИКА
10.1.	10.1. Отражение света
10.1.1.	* На какой угол повернется отраженный от зеркала солнечный луч при повороте зеркала на угол 30° .

- 10.1.2. Предмет находился на расстоянии 20 см от плоского зеркала. Затем его отодвинули на 10 см от зеркала и переместили на 50 см параллельно зеркалу. На сколько изменилось расстояние между предметом и его изображением ?
- 10.1.3. В плоскости экрана находится источник света, испускающий узкий пучок лучей под углом 30° к поверхности экрана. Лучи отражаются от параллельного экрану зеркала, расположенного на расстоянии 1,5 м от экрана, и снова попадают на экран. Определить длину пути лучей света.
- 10.1.4. От подъемного крана, освещенного солнцем, падает тень длиной 75 м, а тень от вертикально поставленной веши длиной 2 м равна 3 м. Какова высота крана ?
- 10.1.5. Луч света падает на систему двух взаимно перпендикулярных зеркал. Угол падения луча на первое зеркало $\alpha = 17^\circ$. Отражаясь от первого зеркала, луч падает на второе. Определите угол отражения луча от второго зеркала.
- 
- 10.1.6. Над центром круглого бассейна радиусом 5 м, залитого до краев водой, висит лампа. Максимальное расстояние, на которое может отойти человек ростом 1,8 м от края бассейна, чтобы видеть изображение лампы в воде, равно 3 м. На каком расстоянии от своих глаз наблюдатель видит изображение лампы ?
- 10.1.7. * Высота Солнца над горизонтом 38° . Под каким углом к горизонту надо расположить плоское зеркало, чтобы осветить солнечными лучами дно вертикального колодца ?
- 10.1.8. * Солнечный луч, проходящий через отверстие в ставне, составляет с поверхностью стола угол 48° . Под каким углом к горизонту надо расположить плоское зеркало, чтобы изменить направление луча на горизонтальное ?
- 10.1.9. * Небольшой предмет расположен между двумя плоскими зеркалами, образующими угол 30° . Предмет находится на расстоянии 10 см от линии пересечения зеркал и на одинаковом расстоянии от обоих зеркал. Каково расстояние между мнимыми изображениями этого предмета в зеркале ?
- 10.1.10. * На какой высоте находится аэростат, если с башни высотой 20 м он виден под углом 45° над горизонтом, а его изображение в озере видно под углом 60° под горизонтом ?
- 10.1.11. Какова должна быть минимальная высота вертикального зеркала, в котором человек ростом 170 см, мог бы видеть свое изображение не изменяя положение головы ?
- 10.1.12. Предмет помещен между двумя взаимно перпендикулярными зеркалами. Сколько получается изображений ?
- 10.1.13. Под каким углом к поверхности стола надо расположить плоское зеркало, чтобы получить изображение предмета, лежащего на столе, в вертикальной плоскости ?
- 10.1.14. * Человек, стоящий на берегу озера, видит на гладкой поверхности воды изображение солнца. Найти, на сколько должен человек наклониться, чтобы изображение солнца в воде приблизилось к берегу на 80 см, если высота солнца над горизонтом 30° . Солнечные лучи считать параллельными.

- 10.1.15. Светящаяся точка приближается к плоскому зеркалу со скоростью 4 м/с. С какой скоростью изменяется расстояние между точкой и ее изображением?
- 10.1.16. Предмет находится от плоского зеркала на расстоянии 30 см. На каком расстоянии от предмета окажется его изображение, если предмет отодвинуть от зеркала еще на 10 см?
- 10.1.17. Точечный источник света освещает тонкий диск диаметром 0,2 м. При этом на экране, расположенном параллельно диску на расстоянии 1 м от него, образуется тень диаметром 0,6 м. Определите расстояние от источника света до экрана.
- 
- 10.1.18. На каком из приведенных ниже рисунков правильно построено изображение /И/ предмета /П/ в плоском зеркале?
- 1)  2)  3)  4)  5) 
- 10.1.19. Горизонтальный луч падает на плоское вертикально расположенное зеркало. На какой угол необходимо повернуть зеркало вокруг вертикальной оси, чтобы отраженный луч повернулся на 30° ?
- 10.1.20. Вертикально стоящий шест высотой 1,1 м, освещенный Солнцем, отбрасывает на горизонтальную поверхность земли тень длиной 1,3 м, а длина тени от телеграфного столба на 5,2 м больше. Найти высоту столба.
- 10.1.21. * На горизонтальном столе по прямой движется шарик. Под каким углом к плоскости стола следует установить плоское зеркало, чтобы при движении шарика к зеркалу изображение шарика двигалось по вертикали?
- 10.1.22. * Плоское зеркало АВ движется поступательно со скоростью $V_1 = 2$ м/с, а точка S движется со скоростью $V_2 = 3$ м/с вдоль зеркала ($V_1 \perp V_2$). С какой скоростью движется изображение точки S в зеркале?
- 10.1.23. * Светящаяся точка равномерно движется по прямой, образующей угол 30° с плоскостью зеркала со скоростью 0,2 м/с. С какой скоростью изменяется расстояние между светящейся точкой и ее изображением?
- 10.2. 10.2. Показатель преломления и скорость света
- 10.2.1. Показатель преломления воды для света с длиной волны в вакууме $\lambda_1 = 0,76$ мкм равен 1,329, а для света с длиной волны $\lambda_2 = 0,4$ мкм он равен 1,344. Каково отношение скоростей света второго и первого лучей в воде?
- 10.2.2. Как велика скорость света в алмазе?
- 10.2.3. На поверхность воды падает красный свет с длиной волны 0,7 мкм и далее распространяется в воде. Показатель преломления воды для красного света 1,33. Найти длину волны света в воде.
- 10.2.4. Во сколько раз изменится длина волны света при переходе из среды с абсолютным показателем преломления $n = 2$ в вакуум?

10.2.5.	Монохроматический свет с частотой $1,5 \cdot 10^{15}$ Гц распространяется в пластинке, прозрачной для этого света и имеющей показатель преломления 1,25. Чему равна длина волны этого света в пластинке ?
10.2.6.	Длина световой волны в стекле 450 нм. Свет в стекле распространяется со скоростью $1,8 \cdot 10^8$ км/с. Определить длину волны света при переходе из стекла в вакуум.
10.2.7.	Световой луч проходит в вакууме расстояние 30 см, а в прозрачной жидкости за то же время путь 0,25 м. Определить показатель преломления жидкости.
10.2.8.	Абсолютный показатель преломления алмаза равен 2,42, стекла – 1,5. Каково должно быть отношение толщины стекла к толщине алмаза, чтобы время распространения света в них было одинаковым ?
10.2.9.	Свет идет по кратчайшему пути из одной среды в другую. Каков показатель преломления второй среды относительно первой, если толщины слоев равны соответственно 0,84 и 0,5 м, а время прохождения светом первого слоя в 1,2 раза больше времени прохождения второго слоя ?
10.2.10.	Показатель преломления стекла относительно воды равен 1,16. Найти скорость света в воде, если абсолютный показатель преломления стекла равен 1,54.
10.2.11.	При падении света на поверхность скипидара из вакуума угол падения равен 45° , а угол преломления 30° . Найти скорость распространения света в скипидаре.
10.3.	10.3. Преломление света
10.3.1.	Угол падения луча света на границу стекло - воздух равен 30° . Каков угол преломления ?
10.3.2.	Под каким углом следует направить луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления получился равным 35° ?
10.3.3.	Определить скорость света внутри льда, если при угле падения луча на лед, равном 60° , угол преломления был 40° .
10.3.4.	Луч света переходит из воды в стекло. Угол падения 38° . Найти угол преломления.
10.3.5.	Скорость распространения света в некоторой жидкости равна $2,4 \cdot 10^8$ м/с. На поверхность этой жидкости под углом 25° из воздуха падает световой луч. Найти угол преломления луча.
10.3.6.	Определить абсолютный показатель преломления и скорость распространения света в слюде, если при угле падения светового пучка 54° угол преломления 30° .
10.3.7.	Луч света при переходе из льда в воздух падает на поверхность льда под углом 15° . Определить угол преломления луча в воздухе.
10.3.8.	На горизонтальном дне водоема глубиной 1,2 м лежит плоское зеркало. На каком расстоянии от места вхождения луча в воду он снова выйдет на поверхность воды после отражения от зеркала ? Угол падения луча на поверхность воды равен 30° .
10.3.9.	Два взаимно перпендикулярных луча падают на поверхность воды. Угол падения одного из лучей 30° . Каким станет угол между лучами в воде ?

- 10.3.10. * Водолазу, находящемуся под водой кажется, что солнечные лучи падают под углом 60° к поверхности воды. Определить угловую высоту солнца над горизонтом.
- 10.3.11. * Взаимно перпендикулярные лучи идут из воздуха в жидкость. Каков показатель преломления жидкости, если один луч преломляется под углом 36° , а другой – под углом 20° ?
- 10.3.12. * Палка с изломом посередине погружена в пруд так, что наблюдателю, находящемуся на берегу и смотрящему приблизительно вдоль надводной части палки, она кажется прямой, составляющей угол 30° с горизонтом. Какой угол излома имеет палка ?
- 10.3.13. * Под каким углом должен падать луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления был в 2 раза меньше угла падения?
- 10.3.14. * Найти угол падения луча на поверхность воды, если известно, что он больше угла преломления на 10° .
- 10.3.15. * Луч белого света падает на поверхность воды под углом 60° . Чему равен угол γ между направлениями крайних красных и крайних фиолетовых лучей в воде, если показатели преломления их равны соответственно 1,329 и 1,344 ?
- 10.3.16. * Определить на какой угол отклоняется узкий световой пучок от своего первоначального положения при переходе из стекла в воздух, если угол падения 30° .
- 10.3.17. * На стеклянную пластинку падает луч света. Каков угол падения луча, если угол между отраженным и преломленным лучами равен 90° ?
- 10.3.18. * Луч света, падая из воздуха на поверхность воды, частично отражается и частично преломляется. При каком угле падения отраженный луч перпендикулярен преломленному ?
- 10.3.19. * Под каким углом должен падать луч света на плоскую поверхность льда, чтобы преломленный луч образовал прямой угол с отраженным лучом ?
- 10.3.20. * Световой луч падает под углом 60° на пластинку с показателем преломления 1,73. Определить угол между отраженным и преломленным лучами. Пластинка находится в воздухе.
- 10.3.21. * Луч падает на границу раздела сред под углом 30° . Показатель преломления первой среды 2,4. Определите показатель преломления второй среды, если преломленный и отраженный лучи перпендикулярны друг другу.
- 10.3.22. * Определить угол преломления луча, если при переходе из воздуха в этиловый спирт, угол между отраженным и преломленным лучами равен 120° .
- 10.3.23. * В дно пруда вертикально вбита свая так, что она целиком находится под водой. Определите длину тени сваи на дне пруда, если глубина пруда 2 м, а угол падения лучей 45° .
- 10.3.24. * В дно водоема глубиной 2 м вбита свая, выступающая из воды на 0,5 м. Найти длину тени от сваи на дне водоема при угле падения лучей 30° .
- 10.3.25. * Высота солнца над горизонтом 60° . Высота непрозрачного сосуда 25 см. На сколько изменится длина тени на дне сосуда при освещении его солнечными лучами, если в сосуд налить воду до высоты 20 см ?

- 10.3.26. * Кубический сосуд с непрозрачными стенками расположен так, что глаз наблюдателя не видит его дна, но полностью видит заднюю вертикальную стенку. Сколько воды нужно налить в сосуд, чтобы наблюдатель смог увидеть предмет, находящийся на расстоянии 10 см от задней стенки сосуда на его дне? Ребро сосуда 40 см.
- 10.3.27. * На поверхности водоема глубиной 5,3 м плавает круг радиусом 1 м, над центром которого на некоторой высоте h расположен точечный источник света. Каково должно быть h , чтобы радиус тени от круга на дне водоема был максимальным? Найти этот радиус.
- 10.3.28. * Луч света падает на стеклянную пластинку толщиной 3 см под углом 60° . Определить длину пути света в пластинке.
- 10.3.29. * Луч света падает под углом 40° на систему из трех плоскопараллельных стеклянных пластинок с показателями преломления 1,50; 1,55; 1,60. Под каким углом луч выйдет из последней пластинки?
- 10.3.30. * Поверх стеклянной горизонтально расположенной пластины налит тонкий слой воды. Угол падения лучей света на поверхность воды равен 30° . Найти угол преломления лучей света, вышедших из стеклянной пластины.
- 10.3.31. * На плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной 2 см под углом 60° падает луч света. Определить смещение луча при выходе из пластинки.
- 10.3.32. * На какое расстояние сместится луч, пройдя плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной 1 см, если угол падения 60° , а угол преломления 30° ?
- 10.3.33. * Определить смещение светового луча при прохождении его через стеклянную пластинку с параллельными гранями, если толщина пластинки 4 см и угол падения 70° .
- 10.3.34. * Луч света падает под углом 30° на плоскопараллельную стеклянную пластинку и выходит из нее параллельно первоначальному лучу. Показатель преломления стекла равен 1,5. Какова толщина пластинки, если расстояние между лучами 1,94 см?
- 10.3.35. * Луч света падает перпендикулярно на вертикальную грань прозрачной призмы с показателем преломления $n = 1,6$. Преломляющий угол призмы 30° . Найти угол отклонения вышедшего луча от первоначального направления, если поперечное сечение призмы вертикальной плоскостью – прямоугольный треугольник.
- 10.3.36. * Показатель преломления стекла призмы для красных лучей равен 1,483. Преломляющий угол призмы 30° . Определить угол отклонения красных лучей призмой, если они падают нормально к ее поверхности.
- 10.3.37. * Сечение стеклянной призмы имеет вид равностороннего треугольника. Луч света падает из воздуха на одну из граней призмы перпендикулярно ей. Найти угол преломления луча при выходе из призмы. Показатель преломления стекла равен 1,5.
- 10.3.38. * Определить угол отклонения луча призмой. Преломляющий угол призмы равен 60° . Угол падения луча на грань призмы равен 30° , а показатель преломления вещества призмы равен 1,5.

- 10.3.39. Луч света входит в стеклянную призму под углом $\pi/6$ и выходит из призмы в воздух под углом $\pi/3$, причем, пройдя призму, отклоняется от первоначального направления на угол $\pi/4$. Найдите преломляющий угол призмы.
- 10.3.40. *Какова глубина бассейна, если человек, глядя под углом 30° к поверхности воды, видит монету, лежащую на дне на расстоянии 0,50 м дальше, чем на самом деле ?
- 10.3.41. *Какова истинная глубина водоема, если камень, лежащий на дне его при рассматривании по вертикали, кажется находящимся на расстоянии 1,5 м ?
- 10.3.42. *Кажущаяся глубина водоема $h = 4$ м. Определить истинную глубину h_0 водоема, если показатель преломления воды $n = 1,33$.
- 10.3.43. *На расстоянии 1,5 м от поверхности воды в воздухе находится точечный источник света. На каком расстоянии от поверхности воды наблюдатель, находящийся в воде, увидит изображение этого источника ?
- 10.3.44. *Угол падения луча на пластинку толщиной 6 мм и показателем преломления, равным $\sqrt{3}$, равен углу полного внутреннего отражения для стекла, из которого изготовлена пластинка. Вычислить смещение луча при прохождении сквозь пластинку.
- 10.4. 10.4. Полное внутреннее отражение**
- 10.4.1. Предельный угол полного внутреннего отражения для воздуха и стекла 34° . Определить скорость света в этом сорте стекла.
- 10.4.2. Найти предельный угол падения луча на границу раздела стекла и воды.
- 10.4.3. Определить угол полного внутреннего отражения для алмаза, погруженного в воду.
- 10.4.4. Предельный угол полного внутреннего отражения для льда равен 50° . Определить показатель преломления льда.
- 10.4.5. В системах бензин – воздух и стекло – воздух, предельные углы полного внутреннего отражения равны соответственно 45° и 30° . Каков предельный угол полного внутреннего отражения для системы стекло – бензин ?
- 10.4.6. В алмазе свет распространяется со скоростью $1,22 \cdot 10^8$ м/с. Определить предельный угол полного внутреннего отражения света в алмазе при переходе света из алмаза в воздух.
- 10.4.7. Предельный угол полного внутреннего отражения для стекла 45° . Найти скорость света в стекле.
- 10.4.8. Предельный угол полного отражения в системе стекло-воздух равен 42° . Чему равна скорость света в этом сорте стекла ?
- 10.4.9. Предельный угол полного отражения для алмаза 24° . Чему равна скорость распространения света в алмазе ?
- 10.4.10. Предельный угол полного внутреннего отражения для бензола 45° . Определить скорость света в бензоле.
- 10.4.11. Чему равен предельный угол полного внутреннего отражения светового луча на границе раздела двух сред, скорости света которых равны 10^8 и $2 \cdot 10^8$ м/с ?

10.4.12.	Предельный угол полного внутреннего отражения в системе скипидар – воздух равен 45° . Определите угол преломления (β) при переходе света из воздуха в скипидар, если угол падения равен 30° .
10.4.13.	На дне сосуда, заполненного водой до высоты 0,40 м, находится точечный источник света. На поверхности воды плавает круглый диск, центр которого находится над источником. При каком минимальном радиусе диска лучи от источника не будут выходить из воды?
10.4.14.	Точечный источник света находится на дне сосуда с жидкостью с показателем преломления 1,8. Во сколько раз максимальное время прохождения света до выхода в воздух больше минимального?
10.4.15.	Преломляющий угол трехгранной призмы равен 60° . Найти угол падения луча света на одну из граней призмы, при котором выход луча света из второй грани становится невозможным. Показатель преломления вещества призмы относительно воздуха равен 1,5.
10.4.16.	В водоем на некоторую глубину помещают источник белого света. Показатели преломления воды для красных и фиолетовых лучей равны соответственно 1,328 и 1,335. Вычислить отношение радиусов кругов, в пределах которых возможен выход красных и фиолетовых лучей в воздух. (большого к меньшему)
10.4.17.	Луч света переходит из воды в воздух. Угол падения луча 52° . Определить угол преломления луча в воздухе.
10.4.18.	Предельный угол полного внутреннего отражения для воздуха и стекла 34° . Определить скорость света в этом сорте стекла.
10.4.19.	В алмазе свет распространяется со скоростью $1,22 \cdot 10^8$ м/с. Определить предельный угол полного внутреннего отражения света в алмазе при переходе светового пучка из алмаза в воздух.
10.4.20.	Световой луч падает на стеклянную пластинку квадратного сечения. Каким должен быть показатель преломления стекла, если полное отражение света происходит у задней стенки?
10.5.	10.5. Линзы
10.5.1.	Найти оптическую силу собирающей линзы, если изображение предмета, помещенного в 15 см от линзы, получается на расстоянии 30 см от нее.
10.5.2.	На расстоянии 25 см от двояковыпуклой линзы, оптическая сила которой 5 дптр, расположен предмет высотой 2 см. Найти высоту изображения.
10.5.3.	Предмет находится на расстоянии 8 см от переднего фокуса линзы, а его изображение на экране – на расстоянии 18 см от заднего фокуса. Найдите фокусное расстояние линзы.
10.5.4.	На каком расстоянии от собирающей линзы с фокусным расстоянием 20 см получится изображение предмета, если сам предмет находится от линзы на расстоянии 15 см?
10.5.5.	Собирающая линза дает прямое изображение предмета с увеличением $\Gamma = 2$. Расстояние между предметом и изображением 22,5 см. Найдите фокусное расстояние линзы.
10.5.6.	На каком расстоянии от выпуклой линзы с фокусным расстоянием 32 см следует поместить предмет, чтобы получить действительное изображение, увеличенное в 4 раза?

- 10.5.7. Линза дает увеличение предмета в три раза, если предмет находится на расстоянии 10 см от нее. Найти фокусное расстояние линзы.
- 10.5.8. Предмет помещен на расстоянии 25 см перед передним фокусом собирающей линзы. Изображение предмета получается на расстоянии 36 см за задним фокусом. Найти оптическую силу линзы.
- 10.5.9. Светящийся предмет находится на расстоянии 3 м от экрана. На каком минимальном расстоянии от экрана надо поместить линзу в 4 дптр, чтобы получить на экране изображение предмета?
- 10.5.10. Расстояние между лампой и экраном 3,2 м. Фокусное расстояние линзы 0,6 м. Определить, на каком расстоянии от лампы надо поместить линзу, чтобы получить четкое действительное изображение лампы на экране, увеличенное в 3 раза.
- 10.5.11. Предмет находится на расстоянии 12 см от двояковогнутой линзы, фокусное расстояние которой 10 см. На каком расстоянии находится изображение предмета?
- 10.5.12. Фокусное расстояние собирающей линзы равно 0,15 м. Определить высоту предмета, зная, что его действительное изображение высотой 0,25 м получилось на расстоянии 0,16 м?
- 10.5.13. Оптическая сила тонкой линзы 5 дптр. Предмет поместили на расстоянии 60 см от линзы. Где получится изображение предмета?
- 10.5.14. Предмет находится на расстоянии $4 \cdot F$ от собирающей линзы. Найдите коэффициент увеличения линзы.
- 10.5.15. На каком расстоянии от линзы с оптической силой 5 дптр необходимо поставить предмет, чтобы его изображение было вдвое больше самого предмета?
- 10.5.16. Фокусное расстояние собирающей линзы 0,2 м. На каком расстоянии от линзы следует поместить предмет, чтобы его изображение было в натуральную величину?
- 10.5.17. Когда предмет поместили на расстоянии 20 см от линзы, изображение получилось в натуральную величину. Чему равно фокусное расстояние линзы?
- 10.5.18. Предмет находится на расстоянии 0,7 м от тонкой собирающей линзы. На каком расстоянии от линзы находится изображение этого предмета, если размеры изображения и предмета одинаковы?
- 10.5.19. Каково главное фокусное расстояние линзы, если для получения изображения какого-нибудь предмета в натуральную величину предмет этот должен быть помещен на расстоянии 20 см от линзы?
- 10.5.20. Предмет и его прямое изображение, создаваемое тонкой собирающей линзой, расположены симметрично относительно фокуса линзы. Расстояние от предмета до фокуса линзы 4 см. Вычислите фокусное расстояние линзы.
- 10.5.21. Расстояние от предмета до экрана 5 м. Какой оптической силы надо взять линзу, чтобы получить изображение предмета, увеличенное в 4 раза?
- 10.5.22. Линза дает действительное изображение предмета с увеличением 3. Какое увеличение даст линза с оптической силой в 2 раза меньше, если расстояние между линзой и предметом будет то же самое?
- 10.5.23. Предмет находится на расстоянии 0,1 м от переднего фокуса собирающей линзы, а экран, на котором получается четкое изображение предмета, — на расстоянии 0,4 м от заднего фокуса линзы. Найдите фокусное расстояние линзы и увеличение предмета.

- 10.5.24. * Точечный источник света находится на расстоянии 50 см от собирающей линзы и на расстоянии 5 см – от ее оптической оси. Чему равно фокусное расстояние линзы, если действительное изображение источника получается на расстоянии 10 см от оптической оси ?
- 10.5.25. Расстояние между предметом и экраном равно 120 см. На каком максимальном расстоянии от предмета следует поместить собирающую линзу с фокусным расстоянием 25 см, чтобы на экране получилось отчетливое изображение предмета ?
- 10.5.26. Изображение миллиметрового деления шкалы, расположенной перед линзой на расстоянии 12,5 см, имеет на экране длину 2,4 см. Каково фокусное расстояние линзы ?
- 10.5.27. Расстояние между лампой и экраном 3,2 м. Фокусное расстояние линзы 0,6 м. Определить, на каком расстоянии от лампы надо поместить линзу, чтобы получить четкое действительное изображение лампы на экране, увеличенное в 3 раза ?
- 10.5.28. * Определить наименьшее возможное расстояние между светящимся предметом и его действительным изображением в собирающей линзе с фокусным расстоянием 30 см.
- 10.5.29. * Расстояние от предмета до экрана 90 см. Где нужно поместить между ними линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы получить на экране уменьшенное изображение предмета ?
- 10.5.30. * Светящийся предмет находится на расстоянии 420 см от экрана. На каком расстоянии от экрана надо поместить собирающую линзу, чтобы получить двадцатикратное увеличение предмета ?
- 10.5.31. Расстояние от предмета до двояковыпуклой линзы $d = \cdot F$, где F – фокусное расстояние линзы. При каком значении k можно получить с помощью линзы действительное изображение предмета в натуральную величину ?
- 10.5.32. * Найти наименьшее возможное расстояние между светящимся предметом и его действительным изображением в собирающей линзе с фокусным расстоянием $F = 2$ см.
- 10.5.33. Расстояние между предметом и его равным, действительным изображением равно 2 м. Определить оптическую силу линзы.
- 10.5.34. С помощью линзы на экране получено изображение в 4 раза по площади больше самого предмета. Предмет удален от линзы на 30 см. Найти фокусное расстояние линзы.
- 10.5.35. Перед собирающей линзой с оптической силой 2,5 дптр на расстоянии 30 см находится предмет высотой 20 см. Найти высоту изображения.
- 10.5.36. * Фокусное расстояние собирающей линзы 10 см, расстояние от предмета до фокуса 5 см, высота предмета 2 см. Найти высоту действительного изображения.
- 10.5.37. Фокусное расстояние собирающей линзы равно 10 см, расстояние от предмета до фокуса 5 см, высота предмета 2 см. Найти высоту мнимого изображения.
- 10.5.38. Мнимое изображение предмета находится на расстоянии 1 м от собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,25 м. Определить расстояние от предмета до линзы.
- 10.5.39. * Величина прямого изображения предмета вдвое больше самого предмета. Расстояние между предметом и изображением равно 20 см. Найдите фокусное расстояние линзы.

- 10.5.40. * Линзой с оптической силой 4 дптр надо получить увеличенное в 5 раз мнимое изображение предмета. На каком расстоянии перед линзой надо поместить предмет ?
- 10.5.41. * Мнимое изображение предмета, получаемое с помощью линзы, в 4,5 раза больше самого предмета. Чему равна оптическая сила линзы, если предмет находится на расстоянии 3,8 см от нее ?
- 10.5.42. * Предмет находится на расстоянии $1,5 \cdot F$ от линзы. Его приблизили к линзе на расстоянии $0,7 \cdot F$. На сколько при этом переместилось изображение предмета ? Оптическая сила линзы. – 2,4 дптр.
- 10.5.43. * Определить главное фокусное расстояние рассеивающей линзы, если известно, что изображение предмета, помещенного перед ней на расстоянии 50 см, получилось уменьшенным в 5 раз ?
- 10.5.44. * Предмет расположен на расстоянии $0,5 \cdot F$ от рассеивающей линзы с фокусным расстоянием 12 см. Определите положение изображения.
- 10.5.45. * Главное фокусное расстояние рассеивающей линзы 12 см. Изображение предмета находится на расстоянии 9 см от линзы. Чему равно расстояние от предмета до линзы ?
- 10.5.46. * Предмет находится перед рассеивающей линзой на расстоянии 2 м. На каком расстоянии от линзы получится мнимое изображение предмета, если фокусное расстояние линзы 50 см ?
- 10.5.47. * Тонкая рассеивающая линза создает изображение предмета, находящегося в ее фокальной плоскости. Найдите высоту изображения, если высота предмета равна 2 см.
- 10.5.48. * Определите оптическую силу линзы, если изображение предмета, помещенного перед ней на расстоянии 50 см, мнимое и уменьшенное в 3 раза.
- 10.5.49. * Пучок лучей, параллельный главной оптической оси, после преломления в линзе расходится. Продолжения лучей пересекаются на расстоянии 16 см от линзы. Найти оптическую силу линзы.
- 10.5.50. * Расстояние от освещенного предмета до экрана 100 см. Линза, помещенная между ними, дает четкое изображение предмета на экране при двух положениях, расстояние между которыми 20 см. Найти фокусное расстояние линзы.
- 10.5.51. * Высота пламени свечи 5 см. Линза дает на экране изображение этого пламени высотой 15 см. Не трогая линзы, свечу отодвинули на 1,5 см дальше от линзы, и, передвинув экран, вновь получили резкое изображение пламени высотой 10 см. Определить фокусное расстояние.
- 10.5.52. * Предмет расположен на расстоянии $1,6 \cdot F$ от линзы. Его переместили к линзе на расстояние $0,8 \cdot F$. Насколько при этом переместилось изображение предмета, если оптическая сила линзы 2,5 дптр ? F – фокусное расстояние линзы.
- 10.5.53. * Собирающая линза дает изображение предмета, увеличенное в 5 раз. Экран придвинули к предмету на 50 см, затем переместили линзу так, что предмет на экране получился в натуральную величину. Найти оптическую силу линзы.
- 10.5.54. * Собирающая линза дает двукратное изображение предмета. Когда линзу придвинули на 20 см к предмету, увеличение стало пятикратным. Найти оптическую силу линзы.

- 10.5.55. * Расстояния от предмета до линзы и от линзы до действительного изображения предмета одинаковы и равны 60 см. Во сколько раз увеличится изображение, если предмет поместить на 20 см ближе к линзе ?
- 10.5.56. * От предмета высотой 20 см при помощи линзы получили действительное изображение предмета высотой 80 см. Когда предмет передвинули на 5 см, то получили действительное изображение высотой 40 см. Найти оптическую силу линзы.
- 10.5.57. * Предмет расположен перпендикулярно оптической оси собирающей линзы. На сколько процентов увеличится линейный размер его действительного изображения, если расстояние от предмета до переднего фокуса линзы уменьшить на 20 %.
- 10.5.58. * Точечный источник света находится на расстоянии 40 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 30 см. На каком расстоянии от линзы надо установить экран, чтобы сфокусированный на нем пучок света имел диаметр 2 см ? Диаметр линзы 4 см.
- 10.5.59. * На каком расстоянии от рассеивающей линзы с фокусным расстоянием 10 см находится точечный источник света, если при продолжении рассеянных ею лучей они пересекутся на расстоянии 5 см от нее ?
- 10.5.60. * Изображение светящейся точки в рассеивающей линзе с оптической силой $D = -5$ дптр находится в два раза ближе к линзе, чем сама точка, находящаяся на главной оптической оси. Найти расстояние светящейся точки от линзы.
- 10.5.61. * Светящаяся точка находится в фокусе рассеивающей линзы. На каком расстоянии от линзы расположено изображение, если фокусное расстояние линзы 20 см ?
- 10.5.62. * Середина стержня, имеющего длину 10 мм, находится на расстоянии 18 см от собирающей линзы на ее главной оптической оси. Фокусное расстояние линзы 12 см. Определите длину изображения стержня, если он расположен вдоль главной оптической оси линзы.
- 10.5.63. * Точечный источник света находится на расстоянии 40 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 30 см. На каком расстоянии от линзы нужно установить экран, чтобы сфокусированный на нем пучок света имел диаметр 1 см ? Диаметр линзы 4 см.
- 10.5.64. * На расстоянии 60 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 50 см находится точечный источник света. По другую сторону линзы расположено плоское зеркало, параллельное линзе. На каком расстоянии от линзы находится зеркало, если свет, отразившись от зеркала и пройдя через линзу, выходит параллельным пучком ?
- 10.5.65. * Какое линейное увеличение можно получить при помощи проекционного аппарата, если расстояние от объектива до экрана 12 м, а фокусное расстояние объектива 80 см ?
- 10.5.66. * Фотоаппаратом с расстояния 500 м сделан снимок телебашни. Фокусное расстояние объектива 50 мм. Какова высота телебашни, если высота изображения на кадре 36 мм ?
- 10.5.67. * Линзой пользуются, как лупой. Первоначально изображение было в 4 раза больше предмета. Затем лупу отодвинули от предмета на 0,4 см, после чего изображение стало в 5 раз больше предмета. Определить оптическую силу линзы.
- 10.5.68. * С самолета, летящего на высоте 12 км, сфотографирована местность в масштабе 1:16000. Каково фокусное расстояние объектива ?

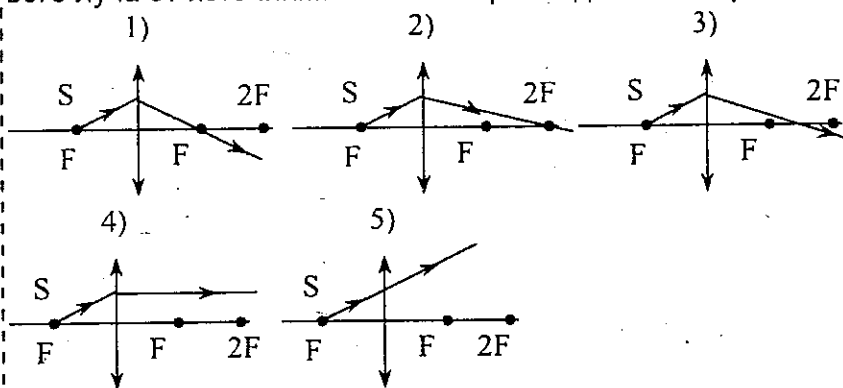
10.5.69. * При фотографировании предмета с расстояния 1 м высота изображения равна 6 см, а при фотографировании с расстояния 5 м высота изображения равна 1 см. Определить фокусное расстояние объектива фотоаппарата.

10.5.70. * Светящаяся точка приближается к собирающей линзе вдоль ее главной оптической оси с постоянной скоростью 2 см/с. Какова средняя скорость движения изображения точки на участке пути между двумя его положениями, удаленными от линзы на расстояния, равные двум и четырем фокусным расстояниям линзы?

10.5.71. * Небольшому шарик, который находится на поверхности горизонтально расположенной тонкой собирающей линзы с оптической силой 0,5 дптр, сообщили вертикальную начальную скорость 10 м/с. Сколько времени будет существовать действительное изображение шарика в этой линзе?

10.5.72. * Точечный предмет движется по окружности со скоростью 0,04 м/с вокруг главной оптической оси двояковыпуклой тонкой линзы в плоскости, перпендикулярной оси и отстоящей от линзы на расстоянии в 1,2 раза больше фокусного расстояния линзы. С какой скоростью движется изображение предмета?

10.5.73. * Укажите номер рисунка, на котором правильно изображен ход светового луча от источника S после прохождения собирающей линзы:



10.6. Интерференция света

10.6.1. * Разность хода двух волн, полученных от когерентных источников до данной точки равна $\lambda/2$. Амплитуда колебаний каждой волны A. Какова амплитуда результирующей волны вследствие интерференции?

10.6.2. * Разность хода двух интерферирующих лучей монохроматического света равна $\lambda/4$. Определить разность фаз колебаний в градусах.

10.6.3. * Два когерентных источника звука колеблются в одинаковой фазе. В точке, отстоящей от первого источника на 2 м, а от второго – на 2,5 м, звук не слышен. Определить частоту колебаний источников. Скорость звука в воздухе 340 м/с.

10.6.4. * Разность хода двух интерферирующих лучей монохроматического света равно четверти длины волны. Определить в градусах разность фаз колебаний.

10.6.5. * Разность фаз двух интерферирующих световых волн равна 5π , разность хода между ними равна 1,25 мкм. Найти длину волны.

- 10.6.6. Тонкая мыльная пленка освещается светом с длиной волны 0,6 мкм. Чему равна разность хода двух отраженных волн для светлой и следующей за ней темной интерференционных полос?
- 10.7. Дифракция света
- 10.7.1. Определить угол отклонения лучей монохроматического света с длиной волны 0,55 мкм в спектре первого порядка, полученном с помощью дифракционной решетки, период которой 0,02 мм.
- 10.7.2. Один миллиметр дифракционной решетки содержит 20 штрихов. На какой угол отклоняются лучи красного света ($\lambda = 600$ нм) в спектре второго порядка?
- 10.7.3. Дифракционная решетка имеет 250 штрихов на миллиметр. Под каким углом виден максимум четвертого порядка для излучения с длиной волны 400 нм?
- 10.7.4. Определить число штрихов на 1 мм дифракционной решетки, если углу дифракции 30° соответствует максимум четвертого порядка для монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм.
- 10.7.5. Сколько штрихов на 1 мм должна иметь дифракционная решетка, чтобы зеленая линия с длиной волны 500 нм в спектре третьего порядка наблюдалась под углом 45° ?
- 10.7.6. Сколько штрихов на 1 мм должна иметь дифракционная решетка для того, чтобы второй дифракционный максимум света с длиной волны 0,5 мкм был под углом 30° ?
- 10.7.7. Период дифракционной решетки в два раза больше длины световой волны, нормально падающей на решетку. Определить в градусах угол между максимумами первого порядка.
- 10.7.8. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны 314 нм. Определить период дифракционной решетки, если угол между максимумами первого и второго порядка составляет 2° . Углы дифракции считать малыми.
- 10.7.9. На дифракционную решетку с периодом 6 мкм падает монохроматическая волна. Определить длину волны, если угол между дифракционными максимумами второго и третьего порядка равен 3° . Углы дифракции считать малыми.
- 10.7.10. Период дифракционной решетки 3 мкм. Найдите наибольший порядок спектра для желтого света с длиной волны 580 нм.
- 10.7.11. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм. Определить наибольший порядок спектра, полученный с помощью этой решетки, если ее период 2 мкм.
- 10.7.12. Какой наибольший порядок спектра можно наблюдать с помощью дифракционной решетки, имеющей 500 штрихов на 1 мм, при освещении ее светом с длиной волны 720 нм?
- 10.7.13. Период дифракционной решетки 3 мкм. Найдите наибольший порядок спектра для желтого света с длиной волны 580 нм.
- 10.7.14. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм. Определить наибольший порядок спектра, полученный с помощью этой решетки, если ее период 2 мкм.

- 10.7.15. Какой наибольший порядок спектра можно наблюдать с помощью дифракционной решетки, имеющей 500 штрихов на 1 мм, при освещении ее светом с длиной волны 0,5 мкм ?
- 10.7.16. Вычислите максимальный порядок спектра дифракционной решетки с периодом 2 мкм при облучении ее светом с длиной волны 0,589 мкм.
- 10.7.17. Найти наибольший порядок спектра для света с длиной волны 700 нм, если постоянная дифракционной решетки равна 2 мкм.
- 10.7.18. Дифракционная линия для волны 546,1 нм в спектре первого порядка наблюдается под углом 19° . Определить наибольший порядок спектра, который может образовать эта дифракционная решетка.
- 10.7.19. Сколько максимумов можно будет увидеть на экране, если на дифракционную решетку с постоянной 4,5 мкм падает нормально пучок света с длиной волны 0,5 мкм ?
- 10.7.20. Постоянная дифракционной решетки в 3,7 раза больше длины световой волны, нормально падающей на решетку. Определить число дифракционных максимумов, которые теоретически можно наблюдать в спектре такой решетки.
- 10.7.21. Определить длину волны для линии в дифракционном спектре третьего порядка, совпадающей с линией спектра четвертого порядка с длиной волны 510 нм.
- 10.7.22. Определить длину волны для линии в дифракционном спектре второго порядка, совпадающей с линией спектра третьего порядка, у которой длина волны 400 нм ?
- 10.7.23. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки. Какова должна быть постоянная дифракционной решетки, чтобы в направлении 30° совпадали максимумы линий 656,3 и 410,2 нм ?
- 10.7.24. Период дифракционной решетки равен 1,5 мкм. Чему равна ширина прозрачных щелей, если она в два раза больше ширины непрозрачных промежутков между щелями ?
- 10.7.25. * Определите оптическую разность хода волн длиной 540 нм, падающих на дифракционную решетку нормально и образовавших максимум второго порядка.
- 10.7.26. * Дифракционная решетка, имеющая 100 штрихов на 1 мм, находится на расстоянии 1 м от экрана и освещается белым светом. Найти ширину дифракционного спектра первого порядка на экране, если $\lambda_{\text{ф}} = 0,4$ мкм, а $\lambda_{\text{кр}} = 0,76$ мкм.
- 10.7.27. * На дифракционную решетку с периодом 4 мкм падает нормально монохроматическая волна. Определить длину волны, если первый максимум на экране в 40 см от решетки получается на расстоянии 5 см от центрального.
- 10.7.28. * При помощи дифракционной решетки с периодом 0,02 мм получено первое дифракционное изображение на расстоянии 3,6 см от центрального максимума и на расстоянии 1,8 м от решетки. Найти длину волны света.
- 10.7.29. * На каком расстоянии от дифракционной решетки надо поставить экран, чтобы расстояние между неотклоненным изображением и изображением 12-го порядка было равно 60 мм для волны длиной 0,5 мкм ? Постоянная решетки 0,01 мм.

- 10.7.30. Для измерения длины световой волны применена дифракционная решетка, имеющая 100 штрихов на 1 мм. Первое дифракционное изображение на экране получено на расстоянии 12 см от центрального. Расстояние от дифракционной решетки до экрана 2 м. Определить длину световой волны.
- 10.7.31. Определить длину волны, падающей на дифракционную решетку, имеющую 400 штрихов на 1 мм. Дифракционная решетка расположена на расстоянии 30 см от экрана. При освещении на экране оказалось, что расстояние между четвертыми линиями слева и справа от нулевой равно 80 см.
- 10.7.32. Найти период решетки, если дифракционный максимум 1-го порядка для волны 486 нм находится в 2,43 см от центрального, а расстояние от решетки до экрана 1 м.
- 10.7.33. Найдите наибольший порядок спектра для длины волны, равной 600 нм, если период решетки равен 2 мкм.
- 10.7.34. На дифракционную решетку с периодом 1 мкм падает нормально монохроматический свет. Угол между главными максимумами плюс первого порядка и минус первого порядка равен 60° . Найти длину световой волны.
- 10.7.35. Дифракционная решетка длины 2 см имеет 10 000 штрихов. Под каким углом наблюдается максимум второго порядка при нормальном падении на нее света с длиной волны 0,5 мкм?
- 10.7.36. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую длину волны в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия с длиной волны 670 нм спектра второго порядка?
- 10.7.37. При нормальном падении белого света на дифракционную решетку зеленая линия ($\lambda = 500$ нм) в спектре второго порядка видна под углом дифракции 30° . Найти число штрихов 1 мм длины этой решетки.

11. КВАНТЫ. АТОМ. АТОМНОЕ ЯДРО

- 11.1. 11.1. Энергия, масса, импульс фотона. Давление света
- 11.1.1. Определить частоту колебаний световой волны, масса фотона которой равна $3,31 \cdot 10^{-3}$ кг.
- 11.1.2. Пороговая чувствительность сетчатки человеческого глаза к желтому свету с длиной волны 600 нм составляет $1,7 \cdot 10^{-18}$ Вт. Сколько фотонов падает каждую секунду на сетчатку?
- 11.1.3. Сколько квантов красного излучения с длиной волны 728,2 нм имеют массу 1 г?
- 11.1.4. Какова длина волны излучения, энергия фотонов которого равна 3 эВ?
- 11.1.5. Во сколько раз изменится частота излучения, если энергию кванта увеличить в 2 раза?
- 11.1.6. Каков импульс фотона с энергией $6 \cdot 10^{-17}$ Дж?
- 11.1.7. Определить импульс фотона излучения с длиной волны 600 нм.
- 11.1.8. Сколько квантов испускает за 1 с лампочка мощностью 100 Вт? Длина волны излучения лампочки равна 1200 нм.
- 11.1.9. Сколько фотонов содержит 10 нДж излучения с длиной волны 2 мкм?

- 11.1.10. При какой длине электромагнитной волны энергия фотона была бы равна $1,326 \cdot 10^{-19}$ Дж ?
- 11.1.11. Во сколько раз масса фотона, соответствующего видимой части спектра ($\lambda = 0,6$ мкм), меньше массы фотона рентгеновского излучения ($\lambda = 10$ нм) ?
- 11.1.12. Найти длину волны светового излучения с энергией фотонов $2 \cdot 10^{-19}$ Дж ?
- 11.1.13. Какой массой обладает фотон с длиной волны $0,6$ мкм ?
- 11.1.14. Найти массу фотона излучения с длиной волны 1 мкм.
- 11.1.15. Определить импульс фотона, соответствующего рентгеновскому излучению с частотой $3 \cdot 10^{17}$ Гц.
- 11.1.16. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона с длиной волны, равной 520 нм ?
- 11.1.17. При какой длине волны излучения масса фотона равна массе покоя электрона ?
- 11.1.18. Источник мощностью в 100 Вт испускает $5 \cdot 10^{20}$ фотонов за 1 с. Найти среднюю длину волны излучения.
- 11.1.19. Мощность светового потока ($\lambda = 500$ нм), падающего на поверхность 1 дм², 100 Вт. Сколько фотонов ежесекундно падает на 1 см² этой поверхности ?
- 11.1.20. Рубиновый лазер излучает в импульсе $2 \cdot 10^{19}$ световых квантов с длиной волны 694 нм. Чему равна средняя мощность вспышки лазера, если ее длительность 2 мс ?
- 11.1.21. Рубиновый лазер излучает в одном импульсе $3,5 \cdot 10^{19}$ фотонов с длиной волны 694 нм. Чему равна средняя мощность вспышки лазера, если ее длительность 1 мс ?
- 11.1.22. Рубиновый лазер излучает импульс из 10^{20} фотонов с длиной волны 693 нм. Длительность импульса $0,5$ мс. Вычислите среднюю мощность излучения лазера.
- 11.1.23. Мощность излучения лазера 100 Вт, длина волны излучения $1,2 \cdot 10^{-6}$ м. Определите число фотонов, испускаемых лазером в единицу времени.
- 11.1.24. Пучок лазерного излучения с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания 1 кг воды. За какое время вода нагреется на 100°C , если лазер ежесекундно испускает 10^{20} фотонов, и все они поглощаются водой.
- 11.1.25. Вычислить энергию фотона в среде с показателем преломления $1,33$, если в вакууме длина его волны $0,5$ мкм.
- 11.1.26. При облучении люминофора ультрафиолетовым излучением с длиной волны 200 нм возникает видимое излучение с длиной волны 500 нм. Какая часть энергии поглощенного кванта израсходована ?
- 11.1.27. Один световой пучок с длиной волны $0,7$ мкм переносит $3 \cdot 10^{15}$ фотонов в секунду через перпендикулярную ему плоскость. Другой световой пучок содержит фотоны с длиной волны, равной $0,4$ мкм, и каждую секунду переносит такую же энергию. Сколько фотонов переносит второй пучок через перпендикулярную поверхность ?

- 11.1.28. * Монохроматический источник света, потребляя мощность 50 Вт, излучает зеленый свет длиной волны 530 нм. Определить число световых квантов, излучаемых источником света в секунду, если его КПД 0,2%.
- 11.1.29. * На сколько градусов нагреется за 1 с капля воды массой 0,2 г, если она ежесекундно поглощает 10^{10} фотонов с длиной волны 0,75 мкм? Потерями энергии пренебречь.
- 11.1.30. * Сколько фотонов с длиной волны 0,56 мкм излучает лампа мощностью 40 Вт в 1 с, если ее тепловая отдача 5%?
- 11.1.31. * Импульс, переносимый монохроматическим пучком фотонов через площадку 2 см^2 за время 0,5 мин, равен $3 \cdot 10^{-9} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Найти для этого пучка энергию, падающую на единицу площади за единицу времени.
- 11.1.32. * Определите длину волны фотона с импульсом, равным импульсу электрона, прошедшего из состояния покоя разность потенциалов 4,9 В.
- 11.1.33. * Источник света излучает ежесекундно 10^{19} фотонов. Длина волны излучения равна 495 нм. Какую мощность потребляет этот источник, если в энергию света переходит 10% потребляемой энергии?
- 11.1.34. * Кусочек фольги освещается лазерным импульсом с интенсивностью излучения 15 Вт/см^2 и длительностью 0,5 с. Свет падает нормально к поверхности фольги и полностью отражается. Каково давление света на фольгу?
- 11.1.35. * На поверхность площадью $1,5 \text{ см}^2$ падает нормально монохроматический свет с длиной волны 663 нм. Свет полностью поглощается поверхностью. Какое давление оказывает свет на поверхность, если за время $t = 1 \text{ с}$ на нее попало $2 \cdot 10^{18}$ фотонов?
- 11.1.36. * На каждый квадратный сантиметр черной поверхности ежесекундно падает $2,8 \cdot 10^{17}$ квантов излучения с длиной волны 400 нм. Какое давление создает это излучение?
- 11.1.37. * На каждый квадратный сантиметр поверхности, полностью отражающей земное световое излучение с длиной волны 540 нм, каждую секунду падает $2,7 \cdot 10^{17}$ фотонов. Какое давление создает это излучение?
- 11.1.38. * Катод вакуумного фотоэлемента освещается лучом лазера с длиной волны 630 нм и мощностью излучения 4 мВт. Определите величину тока насыщения фотоэлемента.
- 11.1.39. * Вычислить энергию фотона, если известно, что в среде с показателем преломления $n = 4/3$ его длина волны 589 нм.
- 11.1.40. * Определить длину волны фотона, энергия которого равна кинетической энергии электрона, прошедшего разность потенциалов 3,3 В.
- 11.1.41. * Определите, какая из перечисленных ниже частиц, двигаясь со скоростью $4 \cdot 10^5 \text{ м/с}$, имеет кинетическую энергию, равную энергии фотона излучения с частотой $1,1 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$.
- 11.1.42. * Лазерный луч, падая нормально на зеркало, полностью от него отражается. За время t лазер излучает энергию E . Найти импульс, получаемый зеркалом в 1 секунду.
- 11.1.43. * Лазер мощности P испускает N фотонов за 1 секунду. Найти длину волны излучения лазера.

- 11.1.44. Поток γ -излучения, имеющий мощность P , при нормальном падении полностью поглощается счетчиком фотонов. Найти импульс, передаваемый ему при этом за время t .
- 11.1.45. Какой вид электромагнитного излучения соответствует диапазону длин волн от 1 до 5 мкм?
- 11.1.46. Какому виду электромагнитного излучения соответствует фотон, импульс которого равен 10^{-27} кг·м/с?
- 11.1.47. Определите, какая из перечисленных ниже частиц, двигаясь со скоростью 1400 м/с, имеет такой же импульс, как и фотон светового излучения с длиной волны 520 нм?
- 11.2. 11.2. Фотоэффект**
- 11.2.1. Определить красную границу фотоэффекта для некоторого металла, если работа выхода электрона из него равна 2 эВ.
- 11.2.2. Какой частоты излучение следует направить на поверхность натриевой пластинки, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была равна 1000 км/с? Работа выхода электрона из натрия 2,28 эВ.
- 11.2.3. Красная граница фотоэффекта у некоторого металла равна 590 нм. Определить работу выхода электронов из этого металла.
- 11.2.4. Определите красную границу фотоэффекта для калия.
- 11.2.5. Работа выхода электронов из золота равна 4,76 эВ. Найти красную границу фотоэффекта для золота.
- 11.2.6. Красная граница фотоэффекта для серебра 0,26 мкм. Определите работу выхода.
- 11.2.7. Красная граница фотоэффекта для железа 285 нм. Найти работу выхода электронов из железа.
- 11.2.8. Работа выхода электрона из алюминия равна 4,25 эВ. Определить длину волны красной границы фотоэффекта у алюминия.
- 11.2.9. Длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта для некоторого металла, составляет 530 нм. Определить работу выхода электронов из этого металла.
- 11.2.10. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла 275 нм. Чему равно минимальное значение энергии фотона, вызывающего фотоэффект?
- 11.2.11. Для некоторого металла фотоэффект имеет место, в частности, при длине волны 300 нм. Во сколько раз эта длина волны меньше, чем длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта для этого металла? Работа выхода электрона для этого металла 2 эВ.
- 11.2.12. Определить максимальную кинетическую энергию электронов, вылетающих из калия при его освещении лучами с длиной волны 345 нм.
- 11.2.13. Найти максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, вырываемых с поверхности цезия фиолетовым светом с длиной волны 410 нм.
- 11.2.14. Максимальная кинетическая энергия электронов, вырываемых с поверхности цезия под действием фотонов с энергией 3,2 эВ, равна 1,3 эВ. На сколько увеличится кинетическая энергия электронов при увеличении частоты падающего света в 2 раза?
- 11.2.15. Какой частоты свет следует направить на поверхность калия, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была равна 2500 км/с?

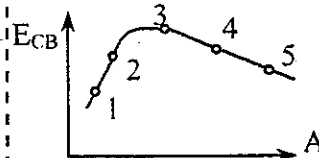
- 11.2.16. * Определите работу выхода электрона из металла, если при облучении его желтым светом скорость вылетевших электронов равна $2,8 \cdot 10^5$ м/с. Длина волны желтого света равна 590 нм.
- 11.2.17. * Какой длины волны следует направить лучи на поверхность цинка, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была равна 2000 км/с? Красная граница фотоэффекта для цинка равна 0,35 мкм.
- 11.2.18. * На поверхность лития падает монохроматический свет с длиной волны 310 нм. Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить разность потенциалов 1,7 В. Определите работу выхода.
- 11.2.19. * Для полной задержки фотоэлектронов, выбитых из металла излучением с длиной волны 210 нм, требуется напряжение 2,7 В. Чему равна работа выхода для этого вещества?
- 11.2.20. * Работа выхода электронов из материала катода трубки 2 эВ. Катод облучается потоком фотонов с некоторой энергией. Какова эта энергия, если задерживающий потенциал 10 В?
- 11.2.21. * Энергия фотона, поглощаемого цезиевым фотокатодом, равна 5 эВ. Чему равна величина задерживающего потенциала, при котором прекратится фототок?
- 11.2.22. * Излучение какой частоты падает на поверхность фотокатода из цезия, если для прекращения эмиссии электронов требуется приложить задерживающую разность потенциалов 1,75 В?
- 11.2.23. * Найти задерживающий потенциал для фотоэлектронов при действии на калий излучения с длиной волны 0,33 мкм, если красная граница фотоэффекта для него 0,62 мкм.
- 11.2.24. * При удвоении частоты падающего на металл света задерживающее напряжение для фотоэлектронов увеличивается в 5 раз. Частота первоначально падающего света $5 \cdot 10^{14}$ Гц. Определите длину волны света, соответствующую красной границе для этого металла.
- 11.2.25. * До какого максимального потенциала зарядится уединенный медный шарик, если его облучать ультрафиолетовым светом с длиной волны 0,2 мкм? Работа выхода электрона для меди равна 4,47 эВ.
- 11.2.26. * Одна из пластин плоского незаряженного конденсатора с расстоянием между ними 10 мм освещается рентгеновскими лучами, вырывающими из нее электроны со скоростью 1000 км/с, которые собираются на второй пластине. Через какое время фототок между пластинами прекратится, если с каждого 1 см^2 площади вырывается каждую секунду 10^{13} электронов?
- 11.2.27. * Медный шарик, удаленный от других тел, облучается монохроматическим излучением, длина волны которого 0,2 мкм. До какого максимального потенциала зарядится шарик, если работа выхода электрона с поверхности меди 4,5 эВ?
- 11.2.28. * Источник монохроматического света мощностью 64 Вт излучает каждую секунду 10^{20} фотонов, вызывающих фотоэффект на пластинке из цезия. До какого потенциала зарядится пластинка при длительном освещении?

- 11.2.29. *Заряд металлического шара емкостью 2,1 мкФ равен 6,3 мкКл. На сколько увеличится заряд шара при длительном облучении фотонами с энергией 7,2 эВ? Работа выхода электронов из металла равна 1,6 эВ.
- 11.2.30. *Какой максимальный заряд приобретает золотой шарик радиусом 0,1 м при освещении его поверхности светом с длиной волны 0,2 мкм? Работа выхода электронов из золота 4,59 эВ.
- 11.2.31. *Одна из пластин плоского воздушного конденсатора освещается светом с длиной волны 0,5 мкм. Выбитые светом электроны попадают на другую пластину. Определите максимальный заряд, который можно получить таким способом, если площадь пластины 1000 см^2 , расстояние между пластинами 2 см, работа выхода электрона из металла $3 \cdot 10^{-19}$ Дж.
- 11.2.32. *Серебряная пластинка ($A_{\text{вых}} = 4,7$ эВ) освещена светом с длиной волны 180 нм. Определите максимальный импульс, передаваемый поверхности пластинки при вырывании фотоэлектрона.
- 11.2.33. *Фотоны с энергией 4,9 эВ вырывают электроны из металла с работой выхода 4,5 эВ. Найдите максимальный импульс, передаваемый поверхности металла при вылете каждого электрона
- 11.2.34. *Определить давление, испытываемое платиновым электродом вследствие фотоэффекта под действием света с длиной волны 232 нм, если считать, что все электроны вылетают с максимальной скоростью, а на 1 см^2 поверхности падает ежесекундно 10^{13} фотонов.
- 11.2.35. *Фотон с длиной волны 300 нм вырывает с поверхности металла электрон, который описывает в однородном магнитном поле с индукцией 1 мТл окружность радиусом 3 мм. Найти работу выхода электрона.
- 11.2.36. *Наибольшая длина волны излучения, способная вызвать фотоэффект у платины, равна 0,234 мкм. Найти наибольшую кинетическую энергию вырываемых электронов при облучении платины излучением с частотой $1,5 \cdot 10^{15}$ Гц.
- 11.2.37. *При увеличении частоты света, которым облучают изолированный металлический шарик, максимальная скорость фотоэлектронов увеличится в два раза. Во сколько раз изменится заряд шарика?
- 11.2.38. *Фотоэлектроны, вырываемые светом с поверхности цезия, полностью задерживаются обратным потенциалом 0,75 В. Работа выхода электрона из цезия составляет $3,28 \cdot 10^{-19}$ Дж. Найти длину световой волны.
- 11.3. 11.3. Рентгеновские лучи
- 11.3.1. *Какое напряжение подано на анод рентгеновской трубки, если максимальная частота фотонов рентгеновского излучения составляет $3 \cdot 10^{19}$ Гц?
- 11.3.2. *Найти длину волны рентгеновских лучей, если их частота равна $3 \cdot 10^{12}$ МГц.
- 11.3.3. *Под каким напряжением работает рентгеновская трубка, если минимальная длина волны в спектре рентгеновского излучения равна 0,60 нм?

- 11.3.4. * Рентгеновская трубка, работающая под напряжением 50 кВ и потребляющая ток 1 мА, излучает в секунду $2 \cdot 10^{13}$ фотонов со средней длиной волны 0,10 нм. Определите КПД трубки.
- 11.4. 11.4. Строение атома
- 11.4.1. Определить длину волны света, испускаемого атомом водорода при его переходе из состояния с энергией 1,7 эВ в состояние с энергией 6,8 эВ.
- 11.4.2. Определить изменение энергии атома при поглощении им кванта излучения с длиной волны 198,6 нм.
- 11.4.3. При электрическом разряде в трубке с криптоном-86 излучаются световые кванты, соответствующие разности в $3,278 \cdot 10^{-19}$ Дж энергий двух состояний атома. Найти длину волны излучения, принятую в качестве естественного эталона длины.
- 11.4.4. При переходе электрона в атоме водорода с одного энергетического уровня на другой энергия атома уменьшилась на 1,892 эВ, при этом атом излучил квант света. Определить длину волны излучения.
- 11.4.5. Атом водорода излучил свет с частотой $\nu = 4,53 \cdot 10^{14}$ Гц. На сколько уменьшилась энергия атома?
- 11.4.6. Фотон с энергией 15,5 эВ выбил электрон из невозбужденного атома водорода. Какую скорость будет иметь электрон вдали от ядра атома, если энергия ионизации атома водорода 13,6 эВ.
- 11.4.7. Во сколько раз линейная скорость движения электрона по первой орбите атома водорода ($R = 0,53 \cdot 10^{-10}$ м) больше скорости движения самолета ИЛ-62 ($v = 800$ м/с)?
- 11.4.8. Найдите скорость электрона на первой боровской орбите в атоме водорода, у которой радиус равен 0,053 нм.
- 11.4.9. * Определить, какой ток создает электрон, вращающийся вокруг ядра в атоме водорода, если радиус его орбиты $0,53 \cdot 10^{-10}$ м?
- 11.4.10. Радиус круговой орбиты электрона в ионе гелия равен 10^{-10} м. Найти кинетическую энергию электрона на этой орбите.
- 11.4.11. При переходах электронов в атомах водорода с четвертой стационарной орбиты на вторую излучаются фотоны с энергией $0,04 \cdot 10^{-19}$ Дж (зеленая линия водородного спектра). Определить длину волны линии.
- 11.4.12. Электрон в атоме переходит со стационарной орбиты с энергией -4,2 эВ на орбиту с энергией -7,6 эВ. Определить энергию излучаемого фотона.
- 11.4.13. * На какую стационарную орбиту следует перевести электрон в атоме водорода с первой орбиты, чтобы в его спектре испускания наблюдалась только одна линия?
- 11.4.14. * Из теории Бора атома водорода следует, что при переходе электрона с одной орбиты на другую с увеличением радиуса орбиты в 4 раза кинетическая энергия электрона изменяется. Как?
- 11.4.15. * В теории Бора атома водорода радиус n-й круговой орбиты электрона выражается через радиус первой орбиты формулой $r_n = r_1 n^2$. Определите, как изменяется кинетическая энергия электрона при переходе со второй орбиты на первую!

11.4.16.	На рисунке представлена схема энергетических уровней атома водорода. Какой цифрой обозначен переход с излучением фотона, имеющего минимальный импульс?	
11.4.17.	На рисунке представлена схема энергетических уровней атома водорода. Какой цифрой обозначен переход с излучением фотона, имеющего максимальный импульс?	
11.4.18.	В каких случаях наблюдается спектр поглощения газа? 1) при пропускании через газ белого света 2) при охлаждении газа 3) при быстром сжатии газа 4) при пропускании через газ монохроматического света 5) при возбуждении газа электронным ударом	
11.4.19.	От какого из перечисленных ниже источников света наблюдается линейчатый спектр испускания? 1) неоновая лампа 2) поверхность Солнца 3) спираль электроплитки 4) поверхность расплавленного чугуна 5) нить накала электрической лампы.	
11.5.	11.5. Взаимосвязь массы и энергии	
11.5.1.	Во сколько раз масса частицы, движущейся со скоростью, равной 0,8 скорости света, превышает ее массу покоя ?	
11.5.2.	На сколько увеличится масса тела, если дополнительно сообщить ему $9 \cdot 10^{12}$ Дж энергии ?	
11.5.3.	Определить массу электрона, если он движется со скоростью, равной 50 % скорости света.	
11.5.4.	Частица движется со скоростью 0,75 скорости света для неподвижного наблюдателя. Во сколько раз масса частицы больше ее массы покоя ?	
11.5.5.	Определить скорость частицы, при движении с которой ее динамическая масса превышает массу покоя в 3 раза.	
11.5.6.	Тело с массой покоя 1 кг движется со скоростью $2 \cdot 10^8$ м/с. Определить массу этого тела для неподвижного наблюдателя.	
11.5.7.	Чему равна скорость протона, движущегося в ускорителе, если его масса в 1,25 раз больше его массы покоя ?	
11.5.8.	Во сколько раз масса движущегося электрона $V = 0,97$ с больше массы покоя электрона?	
11.5.9.	Каким импульсом обладает электрон при движении со скоростью, равной 0,8 скорости света в вакууме ?	
11.5.10.	Определить импульс электрона, если он движется со скоростью, равной 0,6 скорости света.	
11.5.11.	Электрон с массой покоя m_0 движется со скоростью $c \cdot \sqrt{3}/2$, где c – скорость света. Чему равен импульс движущегося электрона ?	
11.5.12.	Определить энергию покоя частицы с массой $8 \cdot 10^{-31}$ кг.	
11.5.13.	Сколько лет должна гореть 100-ваттная лампочка, чтобы излучить миллиграмм массы ? Считать, что год содержит $3 \cdot 10^7$ секунд.	

- 11.5.14. * Во сколько раз полная энергия частица превышает энергию покоя, если ее кинетическая энергия в три раза больше энергии покоя?
- 11.5.15. * Чему равно отношение скорости частицы к скорости света в вакууме, если ее полная энергия в 3 раза больше энергии покоя?
- 11.5.16. * Какому изменению массы соответствует изменение энергии на 9 Дж?
- 11.5.17. * Какому изменению массы соответствует энергия, вырабатываемая за один час электростанцией мощностью 2,5 ГВт?
- 11.5.18. * Какую массу топлива с удельной теплотой сгорания 30 МДж/кг необходимо сжечь, чтобы получить энергию покоя, эквивалентную 1 мг.
- 11.5.19. * Воду массой 1 кг нагрели на 50 К. На сколько при этом увеличилась ее масса?
- 11.5.20. * Сколько угля надо сжечь, чтобы получить энергию, эквивалентную атомной энергии 1 г песка? При сгорании одного грамма угля выделяется 30 кДж тепловой энергии.
- 11.5.21. * На сколько увеличится масса воды в озере объемом 10^6 м^3 при нагревании на 5°C ?
- 11.5.22. * На сколько увеличивается масса 1 кг воды, взятой при 20°C , при ее полном испарении?
- 11.5.23. * За какое время Солнце потеряет половину своей массы ($m_0 = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$), если каждую секунду оно излучает $3,8 \cdot 10^{26} \text{ Дж}$?
- 11.5.24. * При какой скорости кинетическая энергия частицы равна ее энергии покоя?
- 11.5.25. * При какой скорости кинетическая энергия частицы равна $2/3$ ее энергии покоя?
- 11.5.26. * Электрон, ускоренный электрическим полем, приобрел скорость, при которой его масса стала равной удвоенной массе покоя. Чему равна разность потенциалов, пройденная электроном?
- 11.5.27. * Электрон приобрел скорость, равную 0,98 скорости света. Найти кинетическую энергию электрона.
- 11.5.28. * Масса движущегося электрона в 11 раз больше его массы покоя. Определить кинетическую энергию электрона.
- 11.5.29. * Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти первоначально покоящийся электрон, чтобы его кинетическая энергия стала в 10 раз больше его энергии покоя?
- 11.5.30. * Определить отношение энергии покоя к кинетической энергии частицы, если ее скорость составляет 80 % от скорости света в вакууме.
- 11.5.31. * Полная энергия релятивистской частицы в 10 раз больше ее энергии покоя. Найти скорость частицы.
- 11.5.32. * При какой скорости движения кинетическая энергия частицы вдвое больше ее энергии покоя?
- 11.6. 11.6. Строение ядра**
- 11.6.1. * Сколько нейтронов в ядре ${}_{26}\text{Fe}^{55}$?
- 11.6.2. * На сколько отличаются количества нейтронов в ядрах урана ${}_{92}\text{U}^{238}$ и нептуния ${}_{93}\text{Ne}^{237}$?
- 11.6.3. * Атом лития содержит 3 электрона, 3 протона, 4 нейтрона. Чему равно массовое число ядра атома лития?
- 11.6.4. * Сколько нейтронов содержит изотоп ${}_{92}\text{U}^{238}$?

- 11.6.5. Каков состав изотопа кислорода O^{18} ? (протонов; нейтронов)
- 11.6.6. Сколько нейтронов и протонов содержит ядро фтора ${}^9F^{19}$?
- 11.6.7. На сколько больше нейтронов в ядре изотопа хлора (массовое число 37, зарядовое число 17), чем в ядре изотопа фтора (массовое число 19, зарядовое число 9)?
- 11.6.8. Сколько электронов содержится в электронной оболочке нейтрального атома, в атомном ядре которого содержится 16 протонов и 15 нейтронов?
- 11.6.9. Чему равен заряд ядра элемента ${}_{47}Ag^{108}$?
- 11.6.10. Найти заряд ядра изотопа полония ${}_{84}Po^{216}$.
- 11.6.11. Найти сумму зарядов всех электронов в 0,001 моль бора, порядковый номер которого в таблице Менделеева равен 5. Число Авогадро принять равным $6 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$.
- 11.6.12. Определить атомный номер, массовое число и химический символ ядра, которое получится, если в ядре 3He протоны заменить нейтронами, а нейтроны протонами.
- 11.6.13. Зарядовое число ядра цинка равно 30. Определить в миллиграммах массу цинка в которой сумма зарядов ядер равна 360 Кл.
- 11.6.14. Протон движется со скоростью $7,7 \cdot 10^6$ м/с. На какое наименьшее расстояние может приблизиться этот протон к ядру алюминия ${}_{13}Al^{27}$?
- 11.6.15. На графике показана зависимость удельной энергии связи нуклонов в ядре $E_{св}$ от массового числа A . Какие ядра, указанные на графике, являются наиболее устойчивыми?
- 
- 11.7. 11.7. Радиоактивный распад
- 11.7.1. Во что превращается изотоп тория ${}_{90}Th^{234}$, претерпевающий три α -распада?
- 11.7.2. Какой элемент образуется из ${}_{92}U^{238}$ после одного альфа- и двух бета-распадов?
- 11.7.3. Какой изотоп образуется из радиоактивного изотопа ${}_{51}Sb^{133}$ после четырех β -распадов?
- 11.7.4. Сколько нейтронов содержится в ядре некоторого радиоактивного элемента, если после семи α -распадов и четырех β -минус-распадов оно превращается в устойчивое ядро с числом нейтронов, равным 125?
- 11.7.5. Какой изотоп образуется из радиоактивного изотопа лития 7Li после одного α -распада и одного β -распада?
- 11.7.6. На сколько уменьшится число нуклонов в ядре радиоактивного элемента после пяти α - и четырех β -распадов? Нуклоны – это протоны и нейтроны.
- 11.7.7. Какой элемент образуется из ${}_{92}U^{238}$ после α -распада и двух β -распадов?
- 11.7.8. Ядро изотопа ${}_{83}Bi^{211}$ получилось из другого ядра после одного α - и одного β -распадов. Что это за ядро?

- 11.7.9. Какая частица образуется из радиоактивного изотопа ${}^8_3\text{Li}$ после одного α -распада и одного β -распада?
- 11.7.10. Сколько нейтронов содержит ядро, получившееся из изотопа ${}^{210}_{41}\text{Tl}$ после трех последовательных β -распадов и одного α -распада?
- 11.7.11. Атомное ядро захватывает нейтрон и при этом испускает гамма-квант. На сколько единиц увеличивается массовое число ядра?
- 11.7.12. Радиоактивный атом ${}^{232}_{90}\text{Th}$ превратился в атом ${}^{212}_{83}\text{Bi}$. Сколько при этом произошло α -распадов?
- 11.7.13. Сколько α -распадов испытывает радиоактивное ядро ${}^{238}_{92}\text{U}$, превращаясь в конечном итоге в стабильное ядро ${}^{206}_{82}\text{Pb}$?
- 11.7.14. Ядро урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ после нескольких α - и β -распадов превратилось в изотоп свинца ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Сколько β -распадов при этом произошло?
- 11.7.15. Изотоп радия ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ превращается в изотоп свинца ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ путем нескольких β - и α -распадов. Сколько α -распадов произошло при этом?
- 11.7.16. Ядро изотопа урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ после захвата нейтрона не испытывает деления, а претерпевает последовательно два бета-распада с испусканием электронов. В какое ядро превращается изотоп урана?
- 11.7.17. На сколько уменьшается при альфа-распаде заряд радиоактивного ядра?
- 11.8. 11.8. Закон радиоактивного распада
- 11.8.1. Через какое время распадается 80 % атомов радиоактивного изотопа хрома ${}^{51}_{24}\text{Cr}$, если его период полураспада 27,8 суток?
- 11.8.2. * За какое время в препарате, содержащем $4 \cdot 10^9$ ядер с периодом полураспада 100 лет, распадается $3 \cdot 10^9$ ядер атомов?
- 11.8.3. * Сколько атомов полония распадается за сутки из 10^6 атомов, если период полураспада равен 138 суткам?
- 11.8.4. Имеется 10^{10} атомов радия. Сколько атомов останется спустя 3200 лет, если период полураспада – 1600 лет?
- 11.8.5. Чему равен период полураспада, если за 4800 лет число нераспавшихся ядер составило 0,125 от общего их количества с начала отсчета.
- 11.8.6. * Сколько процентов радиоактивных ядер кобальта останется через 30 дней, если период полураспада равен 71 дню?
- 11.8.7. * Период полураспада радия 1600 лет. Через какое время число атомов уменьшится в четыре раза?
- 11.8.8. * Радиоактивный изотоп углерода ${}^{14}_6\text{C}$ в старом куске дерева составляет 0,125 массы этого изотопа в живых растениях. Каков возраст этого куска дерева, если период полураспада изотопа углерода 5570 лет?
- 11.8.9. Имеется 8 кг радиоактивного цезия. Определить массу нераспавшегося цезия после 135 лет радиоактивного распада, если его период полураспада 27 лет?
- 11.8.10. За четверо суток масса радиоактивного элемента уменьшилась в два раза. Определите период полураспада этого элемента.

- 11.8.11. Имелось некоторое количество радиоактивного серебра. Масса радиоактивного серебра уменьшилась в 8 раз за 810 суток. Определить период полураспада радиоактивного серебра.
- 11.8.12. *Какая доля радиоактивных ядер некоторого элемента распадается за время, равное половине периода полураспада ?
- 11.8.13. *Имеется 10^6 атомов радиоактивного изотопа с периодом полураспада 10 мин. Сколько примерно атомов из них испытывает превращение за 20 мин ?
- 11.8.14. *Радиоактивный Na распадается выбрасывая β -частицу. Период полураспада натрия 15 ч. Вычислить количество атомов, распавшихся из 1 мг данного радиоактивного препарата за 30 ч.
- 11.8.15. *Какая часть атомов радиоактивного кобальта ^{60}Co распадается за 18 суток, если период полураспада равен 72 суткам ?
- 11.8.16. *Некий радиоактивный препарат имеет период полураспада T с. Через какое время распадется 75% первоначального количества атомов ?
- 11.8.17. *За 10 суток из 1000 ядер радиоактивного изотопа распалось 750 ядер. Найти период полураспада изотопа.
- 11.8.18. *Имеется 4 г радиоактивного кобальта. Сколько граммов кобальта распадается за 216 суток, если его период полураспада 72 суток ?
- 11.8.19. *В калориметр с теплоемкостью 100 Дж/К помещен изотоп кобальта ^{60}Co массой 10 мг. При распаде ядра ^{60}Co выделяется энергия $2 \cdot 10^{-15}$ Дж. Через 50 мин температура калориметра повысилась на 0,06 К. Оцените период полураспада изотопа кобальта.
- 11.8.20. *Препарат ^{210}Po массой 1 мг помещен в калориметр с теплоемкостью 8 Дж/К. После α -распада он превращается в свинец ^{206}Pb . На сколько поднимется температура в калориметре за 1 ч. ? Масса атома ^{210}Po 209,98287 а.е.м., масса атома ^{206}Pb 205,97447 а.е.м. Период полураспада полония 138 суток. Масса покоя α -частицы 4,00260 а.е.м.

11. Ядерные реакции

- 11.9.1. Допишите ядерную реакцию: ${}^3_2\text{Li} + \gamma \rightarrow {}^{12}_{12}\text{Mg}^{26} + ?$
- 11.9.2. Какое ядро X образуется в результате ядерной реакции ${}^1_1\text{p} + {}^5_5\text{B}^{11} \rightarrow 2 \cdot {}^4_2\text{He} + \text{X} ?$
- 11.9.3. При бомбардировке изотопа бора ${}^5_5\text{B}^{10}$ α -частицами образуется изотоп азота ${}^7_7\text{N}^{13}$. Какая еще частица возникает в результате этой реакции ?
- 11.9.4. Дополните ядерную реакцию ${}^{25}_{25}\text{Mn}^{55} + {}^1_1\text{H}^1 \rightarrow {}^0_0\text{n}^1 + ?$
- 11.9.5. При захвате нейтрона ядром ${}^{13}_{13}\text{Al}^{27}$ образуется радиоактивный изотоп натрия ${}^{11}_{11}\text{Na}^{24}$. Какая частица испускается при этом ?
- 11.9.6. Какое ядро X образуется в результате ядерной реакции $\text{p} + {}^5_5\text{B}^{11} \rightarrow \alpha + \alpha + \text{X} ?$
- 11.9.7. При поглощении нейтрона ядром азота ${}^7_7\text{N}^{14}$ испускается протон. В ядро какого изотопа превращается это ядро ?
- 11.9.8. При бомбардировке алюминия α -частицами образуется фосфор. Допишите частицу X в реакцию ${}^{13}_{13}\text{Al}^{27} + \alpha \rightarrow {}^{15}_{15}\text{P}^{30} + \text{X}$.
- 11.9.9. Написать ядерную реакцию, происходящую при бомбардировке ${}^3_3\text{Li}^7$ протонами и сопровождающуюся выбиванием нейтронов.

- 11.9.10. * При бомбардировке азота с атомной массой 14 протонами образуются ядра кислорода с позитронной активностью. В какие ядра превращаются ядра кислорода? Записать реакцию.
- 11.9.11. * Дописать ядерную реакцию превращения ${}_{92}\text{U}^{238}$ в плутоний ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ при захвате быстрого нейтрона в ядерном реакторе:
 ${}_{92}\text{U}^{238} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{94}\text{Pu}^{239} + k \cdot zX^A$.
- 11.9.12. Определите заряд ядра частицы, пропущенной в ядерной реакции
 ${}_{3}\text{Li}^7 + \rightarrow {}_5\text{B}^{10} + {}_0n^1$.
- 11.9.13. Определите число нейтронов в конечном продукте ядерной реакции X:
 ${}_{2}\text{He}^4 + {}_4\text{Be}^9 \rightarrow {}_0n^1 + X$.
- 11.9.14. Элемент курчатовий Ку получили, облучая плутоний ${}_{94}\text{Pu}^{242}$ ядрами неона ${}_{10}\text{Ne}^{22}$. Определить порядковый номер Ку.
- 11.9.15. Найдите массовое число изотопа хлора, полученного в результате реакции ${}_{13}\text{Al}^{27} + {}_6\text{C}^{12} \rightarrow \alpha + {}_0n^1 + {}_{17}\text{Cl}^?$.
- 11.9.16. * Найдите наименьшую энергию γ -кванта, достаточную для осуществления реакции ${}_1\text{H}^2 + \gamma \rightarrow {}_1\text{H}^1 + {}_0n^1$. Массы частиц ${}_1\text{H}^2 - 2,0141$ а.е.м., ${}_1\text{H}^1 - 1,00783$ а.е.м., ${}_0n^1 - 1,00866$ а.е.м.
- 11.9.17. * Элементарная частица π – мезон с массой покоя, равной 264,3 массы электрона, распадается на два γ – кванта. Найти частоту излучения.
- 11.9.18. * Определить энергию, которая выделится при аннигиляции электрона и позитрона, если масса покоя электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
- 11.10. Реакции деления и синтеза**
- 11.10.1. При делении одного ядра изотопа урана–235 освобождается 200 МэВ энергии. Определить энергию, которая выделится при делении всех ядер 10 кг урана.
- 11.10.2. Сколько ядер ${}_{92}\text{U}^{235}$ должно делиться в 1 с, чтобы мощность ядерного реактора была равна 1 Вт, если при делении одного ядра урана выделяется 200 МэВ энергии?
- 11.10.3. При делении одного ядра изотопа ${}_{92}\text{U}^{235}$ освобождается 200 МэВ энергии. Определить энергию, которая выделяется при делении всех ядер 0,2 кг ${}_{92}\text{U}^{235}$.
- 11.10.4. При реакции деления ядер урана–235 выделилось $1,204 \cdot 10^{26}$ МэВ энергии. Определить массу распавшегося урана, если при делении одного ядра выделяется 200 МэВ энергии.
- 11.10.5. При делении одного ядра изотопа ${}_{92}\text{U}^{235}$ освобождается 200 МэВ энергии. Какое количество энергии выделится при делении всех ядер урана массой 10 кг?
- 11.10.6. В процессе деления ядро атома распадается на две части, общая масса покоя которых меньше начальной массы ядра на $0,2 \cdot m_p$. Сколько энергии выделяется при делении ядра атома?
- 11.10.7. Атомная станция мощностью 1000 МВт имеет КПД 20%. Определите массу расходуемого за сутки урана–235, если при делении ядра урана выделяется энергия 200 МэВ.
- 11.10.8. * Сколько урана с молярной массой 0,238 кг/моль расщепляется в ходе суточной работы атомной электростанции, тепловая мощность которой равна 1 МВт? Дефект массы при делении ядра урана равен $4 \cdot 10^{-28}$ кг, КПД станции 20 %.

- 11.10.9. В процессе ядерного синтеза 50000 кг водорода превратились в 49644 кг гелия. Найти количество выделившейся при этом энергии.
- 11.10.10. Какая энергия выделяется при термоядерной реакции ${}^1_1\text{H}^2 + {}^1_1\text{H}^3 \rightarrow {}^2_1\text{H}^3 + {}^0_1\text{H}^1$? Дефект масс реакции $\Delta m = 0,01851$ а.е.м.
- 11.10.11. При делении одного ядра урана ${}_{92}\text{U}^{235}$ выделяется $3,2 \cdot 10^{-11}$ Дж энергии. Атомная электростанция, имеющая КПД 25 %, расходует в сутки 235 г урана-235. Найти мощность станции.
- 11.10.12. Какую энергию можно получить в реакции деления 1 г урана ${}_{92}\text{U}^{235}$, если при делении одного ядра урана-235 выделяется энергия, равная $3,2 \cdot 10^{-11}$ Дж?

12. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПО ФИЗИКЕ

Гравитационная постоянная	G	$6,67 \cdot 10^{-11}$	$\text{Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
Ускорение свободного падения	g	$9,81 \approx 10$	$\text{м}/\text{с}^2$
Число Авогадро	N_A	$6,022 \cdot 10^{23}$	моль^{-1}
Универсальная газовая постоянная	R	8,31	$\text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Постоянная Больцмана	$K=R/N_A$	$1,38 \cdot 10^{-23}$	$\text{Дж}/\text{К}$
Скорость света в вакууме	c	$3,0 \cdot 10^8$	$\text{м}/\text{с}$
Магнитная постоянная	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$\text{Гн}/\text{м}$
Электрическая постоянная	ϵ_0	$8,85 \cdot 10^{-12}$	$\text{Ф}/\text{м}$
Постоянная в законе Кулона	$k=1/4\pi\epsilon_0$	$9,0 \cdot 10^9$	$\text{Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
Радиус Земли	R	$6,4 \cdot 10^6$	м
Масса Земли	M	$5,976 \cdot 10^{24}$	кг
Масса покоя электрона	m_e	$9,1 \cdot 10^{-31}$	кг
Масса покоя протона	m_p	$1,672 \cdot 10^{-27}$	кг
Масса покоя нейтрона	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27}$	кг
Атомная единица массы (931,5 МэВ)	а. е. м.	$1,66 \cdot 10^{-27}$	кг
Элементарный заряд	e	$1,6 \cdot 10^{-19}$	Кл
Электронвольт	эВ	$1,6 \cdot 10^{-19}$	Дж
Постоянная Планка	h	$6,62 \cdot 10^{-34}$	$\text{Дж} \cdot \text{с}$
Постоянная Фарадея	$F = N_A e$	$9,66 \cdot 10^4$	$\text{Кл}/\text{моль}$

Кратные и дольные приставки к названиям единиц

Приставка	Обозначен.	Множ.	Приставка	Обозначен.	Множ.	Приставка	Обознач.	Множ.
Эксо	Э	10^{18}	Гекто	г	10^2	Милли	м	10^{-3}
Пета	П	10^{15}	Дека	да	10^1	Микро	мк	10^{-6}
Тера	Т	10^{12}	Деци	д	10^{-1}	Нано	н	10^{-9}
Гига	Г	10^9	Санти	с	10^{-2}	Пико	п	10^{-12}
Мега	М	10^6				Фемто	ф	10^{-15}
Кило	к	10^3				Атто	а	10^{-18}

$$1 \text{ л} = 0,001 \text{ м}^3$$

Плотность, кг/м ³				Модуль упругости, предел прочности, ГПа		
Алюминий	2700	Бензин	700	Алюминий	70	
Дерево	700	Вода	1000	Бетон	20	
Железо, сталь	7800	Глицерин	1200	Железо	200	0,2
Золото	19320	Керосин	800	Кирпич	28	0,005
Кирпич	1800	Масло	910	Медь	130	
Лед	900	Нефть	800	Свинец	17	
Латунь	8500	Ртуть	13600	Сталь	210	
Медь, никель	8900	Спирт	800	Чугун	90	
Мрамор, гранит	2700					
Серебро	10500	Бетон	3000			
Свинец	11300	Кварц	2650			
Стекло	2500	Пробка	200			
Цинк	7100	Парафин	900			
Чугун	7000	Олово	7300			

Нормальные атмосферные условия:
t = 0°C, P = 100 кПа

Удельная теплоемкость, Дж/кг К				Удельная теплота сгорания, МДж/кг	
Алюминий	880	Чугун	550	Бензин	46
Железо, сталь	460			Дизельное топливо	42
Латунь	380			Дрова	10
Лед	2100	Стекло	830	Каменный уголь	29
Медь	380	Вода	4200	Керосин	43
Олово	250	Керосин	2140	Порох	3
Серебро	250	Масло	2100	Природный газ	35,5
Свинец	130	Спирт	2430	Спирт	29

Удельная теплота парообразования, МДж/кг			Удельная теплота и температура плавления, кДж/кг °С		
Аммиак	1,37		Алюминий	380	660
Вода	2,26		Железо, сталь	270	1400
Спирт	0,86		Лед	330	0
Фреон	1,68		Медь	175	1083
Эфир	0,35		Свинец	25	327
			Олово	58	232

Молярная масса, г/моль		Поверхностное натяжение, мН/м		α °	Sin α	
				0	0,000	90
Азот	28	Бензол	30	5	0,087	85
Аммиак	17	Вода	72	10	0,174	80
Аргон	40	Глицерин	60	15	0,259	75
Ацетилен	25	Керосин	24	20	0,342	70
Водород	2	Мыльный раствор	40	25	0,423	65
Воздух	29	Спирт	22	30	0,500	60
Водяной пар	18	Ртуть	510	35	0,574	55
Гелий	4	Олово, 300°C	520	40	0,643	50
Кислород	32			45	0,707	45
Закись азота	46	Диэлектрическая проницаемость		50	0,760	40
Хлор	71			55	0,819	35
Неон	20	Вода	81	60	0,866	30
Углекислый газ	44	Глицерин	39	65	0,906	25
Алюминий	27	Керосин	2	70	0,940	20
Железо	56	Масло	2,6	75	0,966	15
Медь	64	Парафин	2	80	0,985	10
Никель	59	Слюда	7	85	0,996	5
Серебро	109	Стекло	6	90	1,000	0
Цинк	65	Фарфор	5		Cos α	α

Удельное электрическое сопротивление			Показатель преломления		Работа выхода электронов из металла, эВ	
Ом·м	ТКС, К ⁻¹					
Алюминий	28	0,0042	Алмаз	2,42	Калий	2,26
Вольфрам	56	0,0046	Вода	1,33	Медь	4,47
Железо	98	0,0065	Кварц	1,54	Натрий	2,5
Медь	17	0,0043	Лед	1,31	Платина	5,3
Манганин	440	0,00003	Стекло	1,50	Цинк	4,24
Никелин	420	0,00002	Метанол	1,33	Цезий	2,0
Нихром	1100	0,0002	Этанол	1,36		
			Кедровое масло	1,52		
Сталь	120	-	Кристаллический сахар	1,56	$\pi = 3,14$	
			Сероуглерод	1,63	Lg 2 = 0,30	

13. ПРОГРАММА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПО ФИЗИКЕ

13.1. Физические основы механики

13.1.1. Кинематика

Основные единицы СИ.

Определения: радиус-вектор, перемещение, путь, скорость, средняя скорость, ускорение. Составляющие векторных величин по осям координат.

Прямолинейное равномерное движение. Равноускоренное прямолинейное движение. Движение в поле силы тяжести: тело, брошенное вертикально, горизонтально, под углом к горизонту.

Равномерное движение по окружности: центростремительное ускорение, угловое перемещение, угловая скорость, связь линейных и угловых характеристик, частота, число оборотов, период.

13.1.2. Динамика поступательного и вращательного движений

Силы, вызывающие механическое движение: сила тяжести, реакция опоры, натяжение нити, трение, упругая сила, гравитационная сила. Остановка тела под действием силы трения.

Движение тела, брошенного вверх, и падение тела в воздухе. Ускоренный подъем (опускание) тела. Вес тела и невесомость.

Сила тяги, направленная горизонтально или под углом к направлению движения тела.

Движение тела по вертикальной стене. Движение тела по наклонной плоскости. Движение тел, скрепленных нитью, блоки.

Динамика равномерного движения по окружности: вращение в вертикальной плоскости, вращение в горизонтальной плоскости, наклон на вираже, уклон шоссе (трек).

Закон всемирного тяготения: ускорение свободного падения (земное и для других планет), влияние высоты и суточного вращения Земли на ускорение свободного падения, движение планет (законы Кеплера), космические скорости.

13.1.3. Статика и гидростатика

Два условия равновесия: сложение сил, разложение сил на составляющие по заданным направлениям, моменты сил. Центр тяжести: нахождение центра тяжести тел, расположенных вдоль одной прямой, центр тяжести плоских фигур с вырезом. Устойчивость тела, опирающегося на плоскость.

Давление: закон Паскаля. Гидравлический пресс. Давление жидкости: давление жидкости на дно и стенки сосуда. Сообщающиеся сосуды с разнородными жидкостями.

Закон Архимеда: вес тела в жидкости, плавание сплошных тел и с полостью. Плавание связанных тел, плавание тел в двух жидкостях, движение тела в жидкости (газе), подъемная сила, равновесие тела, часть которого погружена в жидкость.

13.1.4. Законы сохранения в механике

Импульс тела: второй закон Ньютона. Изменение импульса при упругом и неупругом ударе. Сила удара. Изменение импульса при криволинейном движении. Импульс силы.

Закон сохранения импульса: неупругий удар двух тел, движущихся вдоль одной прямой и под углом. Явление отдачи. Реактивное движение.

Работа постоянной и переменной силы: сила упругости, мощность, КПД механизма. Работа подъемной силы при всплытии тела.

Кинетическая и потенциальная энергия: взаимное превращение энергии. Закон сохранения энергии: движение под действием силы тяжести, под действием упругой силы. Закон сохранения энергии при движении тела по окружности: вращение тела, привязанного к нити (маятник), движение тела по сфере, "мертвая петля". Применение законов сохранения энергии и импульса: баллистический маятник, явление отдачи, движение за счет энергии сжатой пружины, распределение энергии при взрыве, потеря механической энергии при неупругом ударе, КПД неупругого удара, упругий центральный и нецентральный (косой) удар.

13.2. Молекулярная физика и термодинамика

13.2.1. Основы молекулярно-кинетической теории строения вещества

Масса и размеры молекул: молярная (атомная) масса, количество вещества и число молекул, концентрация молекул, размер молекул.

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории: средняя кинетическая энергия молекулы, среднеквадратичная скорость.

Идеальные газы. Уравнение Клапейрона – Менделеева: нахождение одного из параметров состояния, плотность газа, изменение массы газа в сосуде, соединение сосудов, разрежающий и нагнетательный насос.

Объединенный газовый закон: изопроцессы. Последовательное осуществление с постоянной массой газа нескольких изопроцессов.

Графические задачи.

Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха: абсолютная влажность. Относительная влажность. Точка росы. Количество сконденсированного пара.

Поверхностное натяжение жидкостей: сила поверхностного натяжения. Смачивание. Капиллярные явления.

13.2.2. Основы термодинамики

Первое начало термодинамики: внутренняя энергия одноатомного газа.

Работа при расширении (сжатии) газа, первое начало термодинамики. Применение этого закона к изопроцессам. Адиабатный процесс.

Принцип действия тепловой машины: КПД цикла. Идеальная тепловая машина (Карно) и ее КПД.

Изменение внутренней энергии при теплообмене без совершения работы: теплоемкость тела, удельная теплоемкость. Теплообмен при нагревании и охлаждении тел. Теплообмен тел при плавлении и кристаллизации.

Равновесие воды и льда. Теплообмен при испарении (парообразовании) и конденсации. Испарение и замерзание. Время нагревания или охлаждения.

Теплота и работа: нагревание и плавление тел при ударе. Нагревание тел при трении.

Удельная теплота сгорания топлива. КПД нагревателя. Расход топлива в тепловых двигателях.

13.2.3. Механические свойства твердых тел

Деформации. Закон Гука (на примере линейного растяжения стержня). Модуль Юнга, механическое напряжение. Предел упругости. Запас прочности.

13.3. Электричество и магнетизм

13.3.1. Электростатика

Закон Кулона: опытные сведения об электрических зарядах. Закон Кулона.

Электрическая постоянная. Сравнение сил взаимодействия зарядов. Заряды тел после их соединения и разведения. Равновесие зарядов. Движение заряда под действием силы Кулона.

Напряженность электрического поля: напряженность поля точечного заряда. Напряженность поля системы точечных зарядов: напряженность поля в точке на прямой, соединяющей заряды, напряженность поля в точке, отстоящей от зарядов на разных расстояниях (треугольник, квадрат). Напряженность заряженной сферы (внутри, на поверхности, на расстоянии X от поверхности), напряженность заряженной плоскости.

Поле между плоскостями и вне плоскостей. Сила, действующая на заряд q в электрическом поле с напряженностью E .

Работа сил электрического поля. Потенциал электрического поля: потенциал точечного заряда. Потенциал нескольких зарядов. Потенциал электрического взаимодействия зарядов. Потенциал заряженной сферы. Соединения заряженных проводников.

Работа и разность потенциалов. Связь напряженности однородного поля и разности потенциалов.

Заряженная частица в поле плоского конденсатора. Движение заряженных частиц в поле конденсатора. Емкость: емкость проводника. Емкость конденсатора. Плоский конденсатор. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов. Распределение напряжений и зарядов на конденсаторах при их соединениях.

Изменение емкости и заряда на конденсаторе при раздвижении пластин и заполнении пространства между ними диэлектриком для двух случаев: конденсатор отключен от источника и не отключен.

Энергия электрического поля: потенциальная энергия взаимодействия точечных зарядов.

Энергия заряженного проводника и конденсатора.

Выделение энергии (тепла) при соединении пластин конденсатора (заземление), при соединении двух заряженных конденсаторов.

Энергия электрического поля, объемная плотность энергии.

13.3.2. Постоянный ток

Сила и плотность тока: сила тока и средняя скорость упорядоченного движения носителей тока, плотность тока.

ЭДС и напряжение.

Закон Ома: сопротивление проводников. Удельное сопротивление. Зависимость сопротивления проводников от температуры. Формы записи закона Ома.

Последовательное и параллельное соединение проводников: распределение напряжений и токов при соединении проводников. Добавочные сопротивления к амперметру (шунт) и вольтметру. Измерение сопротивлений.

Расчет токов и напряжений на отдельных участках разветвленной электрической цепи. Закон Ома для полной цепи: внешний и внутренний участки цепи. Ток короткого замыкания. Последовательное и параллельное соединение элементов в батарею.

Работа (энергия) и мощность тока: номинальная и потребляемая мощность нагревателей. Полная и полезная мощность. КПД схемы (источника тока). Максимальная мощность, выделяемая во внешней цепи. Закон Джоуля-Ленца. Сравнение нагревателей, включаемых в сеть.

Ток в различных средах: электролиз. Закон Фарадея. Мощность, затраченная на электролиз. Толщина слоя вещества, выделяющегося на электродах (из-

делии). Выделение газа при электролизе.

Ток в газах. Энергия и потенциал ионизации молекул (атомов). Внесистемная единица энергии эВ. Ударная ионизация. Средняя длина свободного пробега электрона в газе.

13.3.3. Магнитное поле

Действие магнитного поля на проводники с током: индукция магнитного поля. Сила Ампера. Проводник с током в магнитном поле.

Контур с током (катушка) в магнитном поле. Вращающий момент. Магнитный момент контура с током.

Действие магнитного поля на движущийся заряд: сила Лоренца. Движение частиц перпендикулярно магнитному полю. Частица влетает в магнитное поле со скоростью V , энергией W , пройдя ускоряющее напряжение U . Движение частицы по спирали (частица влетает в магнитное поле под углом α к линиям индукции).

Электромагнитная индукция: явление электромагнитной индукции. Магнитный поток. ЭДС индукции. Правило Ленца. Возникновение ЭДС индукции в контуре при изменении магнитного потока за счет изменения магнитного поля, пронизывающего контур, поворота контура на угол, изменения площади контура, вращения контура в магнитном поле.

Возникновение разности потенциалов (ЭДС) на концах проводника при его поступательном и вращательном движении в магнитном поле. Индукционный ток в контуре. Заряд, прошедший по контуру.

Самоиндукция: ЭДС самоиндукции в контуре. Индуктивность контура. Энергия магнитного поля проводников с током.

13.4. Колебания и волны

13.4.1. Механические колебания

Закон гармонического колебания: смещение, амплитуда, фаза, начальная фаза, период, частота. Скорость и ускорение. Возвращающая сила. Периоды колебаний математического и пружинного маятников. Энергия гармонических колебаний: законы сохранения механики и гармонические колебания.

Вынужденные колебания: резонанс.

13.4.2. Электрические колебания

Возникновение электрических колебаний в колебательном контуре: периодические изменения заряда и напряжения на обкладках конденсатора, тока в цепи. Взаимное превращение энергии в колебательном контуре. Период колебаний. Соотношение между амплитудными значениями заряда, тока и напряжения.

Переменный ток: получение переменного тока. Сдвиг фаз между током и напряжением. Эффективные (действующие значения) тока и напряжения. Индуктивное и емкостное сопротивления. Мощность, выделяемая на активном сопротивлении.

Трансформатор. Коэффициент трансформации. КПД трансформатора. Режим холостого хода. Нагрузка во вторичной цепи трансформатора.

13.4.3. Волны

Волны в упругой среде: длина волны. Расстояние между точками волны, колеблющимися на одном луче. Сложение когерентных волн. Интерференция.

Стоячие волны. Звуковые волны.

Электромагнитные волны: возникновение электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн. Длина электромагнитной волны.

Шкала электромагнитных волн: электромагнитные волны и свет. Скорость света в различных средах. Показатель преломления вещества (среды). Измене-

ние скорости света и длины световой волны при переходе из одной среды в другую.

13.5. Оптика

13.5.1. Геометрическая оптика

Отражение света: построение изображений в плоском зеркале.

Преломление света: закон преломления света. Отклонение преломленного луча от первоначального направления распространения. Плоскопараллельная стеклянная пластина. Призма. Кажущаяся (истинная) глубина водоема. Полное внутреннее отражение.

Линзы: построение изображений в собирающей и рассеивающей линзе. Формула линзы. Линейное увеличение линзы. Расстояние от предмета до экрана (четкое изображение). Оптическая сила линзы. Рассеивающая линза.

Оптические приборы: проекционный аппарат, фотоаппарат, лупа.

13.5.2. Волновая оптика. Элементы специальной теории относительности.

Интерференция света: условия максимумов и минимумов освещенности.

Дифракция света: дифракционная решетка. Порядок дифракционного спектра. Формула дифракционной решетки.

Теория относительности: постоянство скорости света. Зависимость массы от скорости. Взаимосвязь массы и энергии. Энергия покоя. Полная и кинетическая энергия релятивистской частицы. Импульс релятивистской частицы.

13.6. Квантовая и ядерная физика

13.6.1. Квантовая оптика

Фотоны: энергия, масса и импульс фотона. Давление света.

Фотоэффект: уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта и работа выхода. Задерживающая разность потенциалов.

Рентгеновские лучи: коротковолновая граница рентгеновского спектра.

Строение атома: понятие о теории строения атома по Бору. Излучение и поглощение энергии атомами.

13.7. Физика атомного ядра

Состав атомного ядра: протоны и нейтроны. Заряд и масса нуклонов (а. е. м., МэВ). Дефект масс и энергия связи нуклонов.

Радиоактивность: α -, β -, γ -распады. Законы смещения при α - и β -распадах. Законы сохранения при радиоактивном распаде. Энергия распада. Число α - и β -распадов при цепочке распадов, претерпеваемых радиоактивным изотопом.

Закон радиоактивного распада: постоянная распада и период полураспада. Число распавшихся и не распавшихся ядер через время t .

Ядерные реакции: законы сохранения в ядерных реакциях. Тепловой эффект ядерной реакции. Реакция деления атомных ядер под действием нейтронов. Выделение энергии при этой реакции. Реакция синтеза легких ядер. Выделение энергии при аннигиляции элементарных частиц.

14. ОТВЕТЫ

1.	
1.1.	
1.1.1.	210 м/с ²
1.1.2.	270 м
1.1.3.	75 м
1.1.4.	0,25 π V ₀ t ₀
1.1.5.	5 см/с ²
1.1.6.	2 м/с
1.1.7.	40 км/ч
1.1.8.	0,3 м/с
1.1.9.	0,5 м/с
1.1.10.	4,8 м/с
1.1.11.	3,0 м/с
1.2.	
1.2.1.	13,3 м/с
1.2.2.	28,8 км/ч
1.2.3.	1,5 м/с
1.2.4.	60 км/ч
1.2.5.	30 км/ч
1.2.6.	22,5 с; 43 км/ч
1.2.7.	15 м/с; 10 м/с
1.2.8.	62,5 см/с
1.2.9.	0,83 м/с
1.2.10.	2,2 м/с
1.2.11.	2,5 м/с
1.2.12.	16 м/с
1.2.13.	9 м/с
1.2.14.	480 м
1.2.15.	17,2 км/ч
1.2.16.	47 км/ч
1.2.17.	0,6 км
1.2.18.	530 м/мин
1.3.	
1.3.1.	160 км/с ²
1.3.2.	25 м
1.3.3.	1 м/с ²
1.3.4.	54 км/ч
1.3.5.	8 м/с ²
1.3.6.	18,7 км/ч

1.3.7.	1,7 мин
1.3.8.	36 км/ч
1.3.9.	1 мин 15 с
1.3.10.	72 км/ч
1.3.11.	0,36 м/с ²
1.3.12.	46 м
1.3.13.	1 мин 40 с
1.3.14.	18 км/ч
1.3.15.	1 мс
1.3.16.	144 км/ч
1.3.17.	0,3 км/с
1.3.18.	0,75 км
1.3.19.	0,2 м/с ² , 20 с
1.3.20.	3 раза
1.3.21.	100 м
1.3.22.	0,125 км
1.3.23.	20 м
1.3.24.	54 м
1.3.25.	3,3 мин
1.3.26.	100 м
1.3.27.	40 м
1.3.28.	8 м
1.3.29.	21,6 км/ч
1.3.30.	84,6 км/ч
1.3.31.	6 м
1.3.32.	10 км/ч
1.3.33.	3 м/с
1.3.34.	0,115 км/ч
1.3.35.	3 м/с ²
1.3.36.	24 м
1.3.37.	4 t + t ²
1.3.38.	72 км/ч
1.3.39.	$\frac{2S(n-1)}{t^2(n+1)}$
1.3.40.	3,6 км/ч
1.3.41.	31,3 км/ч
1.3.42.	9,36 км/ч
1.3.43.	0,4 км
1.3.44.	3 м
1.3.45.	1,6 км/ч
1.3.46.	4,7 м

1.3.47.	18 км/ч
1.3.48.	17 м
1.3.49.	100 м/с
1.3.50.	20 с
1.3.51.	200 м
1.3.52.	25 см
1.3.53.	20 м
1.3.54.	3,5 м
1.3.55.	1, 3, 4
1.4.	
1.4.1.	4,5 с
1.4.2.	25,6 км/ч
1.4.3.	32 км
1.4.4.	10 с
1.4.5.	2 раза
1.4.6.	54 км/ч
1.4.7.	36 км/ч
1.4.8.	20 м
1.4.9.	60 м
1.4.10.	108 км/ч
1.4.11.	7 м
1.4.12.	0 м
1.4.13.	90 км/ч
1.4.14.	15 м
1.4.15.	11,1 с
1.4.16.	40 м
1.4.17.	10 м
1.4.18.	250 мс
1.4.19.	150 м
1.4.20.	20 м/с
1.4.21.	15 м/с
1.4.22.	30 м/с
1.4.23.	20 мс
1.4.24.	28 м
1.4.25.	9,5 с
1.4.26.	80 м; 4 с
1.4.27.	195 м
1.4.28.	72 мс
1.4.29.	17,6 км/ч
1.4.30.	25 м
1.4.31.	3 с

1.4.32.	3,45 с
1.4.33.	2 с
1.4.34.	8,3 с
1.4.35.	30,6 м
1.4.36.	5,8 с
1.4.37.	2 с
1.4.38.	119 км/ч
1.4.39.	5 с
1.4.40.	4,39 с
1.4.41.	0,3 км
1.4.42.	0,1 км
1.4.43.	20 м
1.4.44.	25,2 км/ч
1.4.45.	92 км/ч
1.4.46.	32,4 км/ч
1.4.47.	10 с
1.4.48.	450 мс
1.4.49.	$z = z^2$
1.4.50.	2 с
1.4.51.	15 м/с
1.5.	
1.5.1.	3,2 м
1.5.2.	187 км/ч
1.5.3.	3
1.5.4.	4,9 м
1.5.5.	22 м
1.5.6.	130 км/ч
1.5.7.	36 км/ч
1.5.8.	709 м/с
1.5.9.	4 м
1.5.10.	65 км/ч
1.5.11.	10 м/с
1.6.	
1.6.1.	0,3 с
1.6.2.	18 км/ч
1.6.3.	80 м
1.6.4.	60
1.6.5.	57 м
1.6.6.	83
1.6.7.	2,89 м; 1,52 с
1.6.8.	27 км/ч

1.6.9.	60 м
1.6.10.	31 км
1.6.11.	0,37 с
1.6.12.	0,6 с
1.6.13.	0,3 км
1.6.14.	83 км/ч
1.6.15.	3,75 м
1.6.16.	30 м
1.6.17.	7 кг
1.6.18.	4,8 м
1.6.19.	36 км/ч
1.6.20.	19,36 м
1.6.21.	0,069 м ³
1.6.22.	10 м
1.7.	
1.7.1.	8 км/ч
1.7.2.	10,8 км/ч
1.7.3.	10 с, 40 м
1.7.4.	63 см/с
1.7.5.	1 с
1.7.6.	50 км/ч
1.7.7.	11 м/с
1.7.8.	0,15 км
1.7.9.	4 м/с
1.7.10.	0,06 км
1.7.11.	28 с
1.7.12.	240 км
1.7.13.	225 м
1.7.14.	41 км/ч
1.7.15.	6 ч
1.7.16.	30 с
1.7.17.	1 км/ч
1.7.18.	4 с
1.7.19.	18 км/ч
1.7.20.	1,2 км
1.7.21.	25 км/ч
1.7.22.	1,8 км/ч
1.7.23.	1,4 м/с
1.7.24.	24 м/с
1.7.25.	10 м/с
1.7.26.	2 м/с

1.7.27.	8 м/с
1.8.	
1.8.1.	942 м/МИН
1.8.2.	12,56 с ⁻¹
1.8.3.	18 м/с
1.8.4.	15 км/ч
1.8.5.	90 об
1.8.6.	0,5 м/с ²
1.8.7.	72 км/ч
1.8.8.	2 раза
1.8.9.	0,39 м
1.8.10.	20 раз
1.8.11.	2 раза
1.8.12.	16 раз
1.8.13.	20 м/с ²
1.8.14.	5,3 с ⁻¹
1.8.15.	0,16 с, 40 рад/с
1.8.16.	4
1.8.17.	100 об.
1.8.18.	0,3 км
1.8.19.	1,25 м/с ²
1.8.20.	60 см
1.8.21.	2
1.8.22.	10 рад/с
1.8.23.	18 000 об.
1.8.24.	45 000 об.
1.8.25.	2 рад/с
1.8.26.	0,7 м
1.8.27.	6 м
1.8.28.	6,5 рад/с
1.8.29.	0,39 м/с ²
1.8.30.	0,1 км/ч
1.8.31.	3,6 км/ч
1.8.32.	0,41 с
1.8.33.	40 м/с ²
1.8.34.	3 м/с
1.8.35.	100 с
1.8.36.	50 раз
2.	
2.1.	
2.1.1.	4 кг

2.1.2.	12 Н
2.1.3.	29 км/ч
2.1.4.	200 мН
2.1.5.	3,5 кг
2.1.6.	0,2 г/см
2.1.7.	770 Н
2.1.8.	210 Н
2.1.9.	15 Н
2.1.10.	5 Н
2.1.11.	10 с
2.1.12.	8,33 с
2.1.13.	20 м/с ²
2.1.14.	30 Н
2.1.15.	1 200 Н
2.1.16.	1,5 кг
2.1.17.	6 Н
2.1.18.	26 Н
2.1.19.	0,9 кг м/с
2.1.20.	100 кН/м
2.1.21.	0 м/с ²
2.1.22.	4 000 Н
2.1.23.	40 Н
2.1.24.	500 кН
2.1.25.	750 Н
2.1.26.	0
2.1.27.	12 кН
2.1.28.	8,1 кН
2.1.29.	4 Н
2.1.30.	43 км/ч
2.1.31.	0,6 Н·с
2.1.32.	2 760 Н
2.1.33.	2 800 Н
2.1.34.	2,5 м/с ²
2.1.35.	60 см
2.1.36.	10 Н
2.1.37.	15 □
2.1.38.	1 875 Н
2.1.39.	3 □ □
2.1.40.	9 раз
2.1.41.	2,4 кН
2.1.42.	2 м/с ²

2.1.43.	0,5 кН
2.1.44.	0,63 кН
2.1.45.	73,8 Н
2.1.46.	66,7 м
2.1.47.	0,12
2.1.48.	0,08 Н
2.1.49.	8 Н
2.1.50.	1,08 м/с ²
2.1.51.	0,133
2.1.52.	0,2 МН
2.1.53.	0,53 кН
2.1.54.	12 кН
2.1.55.	8,4 □
2.1.56.	26 кг
2.1.57.	7 Н
2.1.58.	2,68 м/с ²
2.1.59.	6 м/с ²
2.1.60.	12,5 кН
2.1.61.	346 мкН
2.1.62.	8 кг·м/с
2.1.63.	0,18
2.1.64.	1,2 Н·с
2.1.65.	63,4 кПа
2.1.66.	4 Н
2.1.67.	7,2 км/ч
2.1.68.	0
2.1.69.	2,5 м
2.1.70.	6 Н
2.1.71.	25
2.1.72.	54 Н·с
2.1.73.	16 Н
2.1.74.	135 Н
2.1.75.	0,89 Н·с ² /м ²
2.1.76.	15 м
2.1.77.	10 Н
2.1.78.	2
2.1.79.	2 □ □ □ □ α
2.1.80.	6 Н
2.1.81.	□ 4
2.1.82.	□ □ □ □ 2 □ 1 □
2.1.83.	3 □ 4

2.1.84.	7,5 Н
2.1.85.	2 м/с ²
2.1.86.	0,5 Н
2.1.87.	4
2.1.88.	2
2.1.89.	6 Н
2.1.90.	5 Н
2.2.	
2.2.1.	2,5 м/с ²
2.2.2.	1,67 м/с ²
2.2.3.	23 Н
2.2.4.	4,8 Н
2.2.5.	400 мН
2.2.6.	1,1
2.2.7.	32 мм
2.2.8.	17,5 кг
2.2.9.	
2.3.	
2.3.1.	1
2.3.2.	1,5 м
2.3.3.	2 268 Н
2.3.4.	27 км/ч
2.3.5.	1,78 м/с ²
2.3.6.	1 Н
2.3.7.	0,577
2.3.8.	2,4 м/с ² , 1,3 с
2.3.9.	34,6 м
2.3.10.	0,03
2.3.11.	10 Н
2.3.12.	2 м
2.3.13.	4 с
2.3.14.	0,1
2.3.15.	1,8 м/с ²
2.3.16.	0,05
2.3.17.	0,64
2.3.18.	700 мН
2.3.19.	0,01 Н
2.3.20.	1,73 Н
2.3.21.	□ μ □ □ α - □ □ α □
2.3.22.	□ □ □ □ μ

2.4.	
2.4.1.	0,95 кН
2.4.2.	88,2 км/ч
2.4.3.	45 кН
2.4.4.	0,5
2.4.5.	2 Н
2.4.6.	0,2
2.4.7.	0,08 м
2.4.8.	12,6 об/мин
2.4.9.	8,25 кН
2.4.10.	0,08 м
2.4.11.	76 кН
2.4.12.	$\pi 4$
2.4.13.	48 км/ч
2.4.14.	1,9 с
2.4.15.	68 см
2.4.16.	2,2 Н
2.4.17.	30 Н
2.4.18.	3,14 с
2.4.19.	4,5 рад/с
2.4.20.	27 м
2.4.21.	$\pi 3$
2.4.22.	$\pi 6$
2.4.23.	$\pi 6$
2.4.24.	0,6 м
2.4.25.	220,5 м
2.4.26.	1,5 Н
2.4.27.	3,34 с
2.4.28.	0,4 м, 400 Н
2.4.29.	$68,5^0$
2.4.30.	179 м
2.4.31.	2,45
2.4.32.	0,27
2.4.33.	
2.4.34.	12 Н
2.4.35.	5^{-1}
2.4.36.	3 м/с^2
2.4.37.	9 Н
2.4.38.	0,2
2.4.39.	0
2.4.40.	$\sqrt{g/R-h}$

2.4.41.	$\sqrt{g/\mu R}$
2.4.42.	$\frac{g}{\omega^2 R}$
2.4.43.	90 об/мин
2.5.	
2.5.1.	4 раза
2.5.2.	0,8 Н
2.5.3.	16 раз
2.5.4.	4,62 км/с
2.5.5.	265 м/с^2
2.5.6.	57600 км
2.5.7.	8000 м/с
2.5.8.	2 м/с^2
2.5.9.	160 мин
2.5.10.	27 м
2.5.11.	$4,4 \text{ м/с}^2$
2.5.12.	$1,75 \text{ м/с}^2$
2.5.13.	6,2 м
2.5.14.	2,82 раза
2.5.15.	3,1 г/см
2.5.16.	161,4 мин
2.5.17.	4 г/см
2.5.18.	36
2.5.19.	1,2 мс
2.5.20.	840 км/ч
2.5.21.	3
2.5.22.	12800 км
2.6.	
2.6.1.	400 мДж
2.6.2.	500 мДж
2.6.3.	40 мДж
2.6.4.	72 км/ч
2.6.5.	12 об/с
2.6.6.	0,1 кН/м
2.6.7.	100 кН/м
2.6.8.	1 см
2.6.9.	2 м/с^2
2.6.10.	3 м/с^2
2.6.11.	540 мДж
2.6.12.	13,3 км/ч

2.6.13.	0,012 м
2.6.14.	15 Дж
2.6.15.	6 см
2.7.	
2.7.1.	500 мДж
2.7.2.	30 Дж
2.7.3.	0,315 кДж
2.7.4.	5 000 Н
2.7.5.	1 800 Дж
2.7.6.	0,36 МДж
2.7.7.	25 Дж
2.7.8.	173 Дж
2.7.9.	1,5 м/с ²
2.7.10.	7 000 Дж
2.7.11.	4 раза
2.7.12.	0,15 МДж
2.7.13.	300 кВт
2.7.14.	0,49 км
2.7.15.	50 Дж
2.7.16.	2 кг
2.7.17.	0,3 кВт
2.7.18.	93 750 Дж
2.7.19.	200 г/км
2.7.20.	1,25 МВт
2.7.21.	32 кН
2.7.22.	0,15 кДж
2.7.23.	150 кДж
2.7.24.	3,15 кДж
2.7.25.	0,45 МДж
2.7.26.	217 кН; 2,17 МВт
2.7.27.	15 Дж
2.7.28.	8 Дж
2.7.29.	5 Дж
2.7.30.	1,6 мин
2.7.31.	5,5 МВт
2.7.32.	360 кН
2.7.33.	83 кВт
2.7.34.	650 Дж
2.7.35.	700 кВт
2.7.36.	2
2.7.37.	2 Дж

2.7.38.	0,9 кВт
2.7.39.	0,1 м
2.7.40.	40 Дж
2.7.41.	1
2.7.42.	1,05 рад
2.7.43.	10 мДж
2.7.44.	4 кДж
2.7.45.	8,7 км/ч
2.7.46.	0,3 рад
2.7.47.	685 Дж
2.7.48.	36 кВт
2.7.49.	46 Вт
2.7.50.	60 Дж
2.7.51.	2,5 мВт
2.7.52.	40 Дж
2.7.53.	125 Дж
2.7.54.	10 Дж
2.7.55.	4
2.7.56.	30 м
2.7.57.	$\frac{T}{g(1 + \sin \alpha)}$
2.8.	
2.8.1.	2 Дж
2.8.2.	6,5 км/ч
2.8.3.	0,5 км/с
2.8.4.	2,5 км/ч
2.8.5.	576 км/ч
2.8.6.	0,4 кН
2.8.7.	9,5 Дж
2.8.8.	64 м
2.8.9.	80 км/ч
2.8.10.	0,02 м
2.8.11.	9 раз
2.8.12.	750 г
2.8.13.	15 м
2.8.14.	6 мг
2.8.15.	14,4 км/ч
2.8.16.	10 Дж
2.8.17.	0,52 рад
2.8.18.	2,25 км
2.8.19.	4,9 кДж

2.8.20.	3
2.8.21.	2 000 Дж
2.8.22.	2,5 мин
2.8.23.	51 км/ч
2.8.24.	15 Дж
2.8.25.	55 Дж
2.8.26.	12,5 см
2.8.27.	454 м ³
2.8.28.	4,1 Дж
2.8.29.	3,25 Дж
2.8.30.	$\pi/3$
2.8.31.	0,14 м
2.8.32.	$\sqrt{2}$ gh
2.8.33.	3 мг
2.8.34.	3 раза
2.8.35.	59 км/ч
2.8.36.	1,56 с
2.8.37.	14
2.8.38.	91 Дж
2.8.39.	0,7
2.8.40.	10 см
2.8.41.	866 мс
2.8.42.	0,002
2.8.43.	105 см
2.8.44.	1 Н
2.8.45.	43,2 км/ч
2.8.46.	92 кДж
2.8.47.	$R/3$
2.8.48.	80 см
2.8.49.	250 см
2.8.50.	8000 кДж
2.8.51.	18 км/ч
2.8.52.	$\pi/3$
2.8.53.	0,7 рад
2.9.	
2.9.1.	0,75
2.9.2.	1,4 Н·с
2.9.3.	1,18 раз
2.9.4.	6 м
2.9.5.	0,32 м
2.9.6.	0,93

2.9.7.	9 м
2.10.	
2.10.1.	19 км/ч
2.10.2.	9,5 Дж
2.10.3.	2,5 мДж
2.10.4.	224 Н
2.10.5.	3 Дж
2.10.6.	3,375 Дж
2.10.7.	0,3 км/ч
2.10.8.	8 см
2.10.9.	4,5 км/ч
2.10.10.	4 см/с
2.10.11.	0,05 кДж
2.10.12.	3 м
2.10.13.	17,9 Дж
2.10.14.	27 мм
2.10.15.	1
2.10.16.	390 Дж
2.10.17.	125 см
2.10.18.	434 см
2.10.19.	2,40 км/ч
2.10.20.	7,2 км/ч
2.10.21.	600 м/с
2.10.22.	0,4 м
2.10.23.	0,91
2.10.24.	17,6 км/ч
2.10.25.	325 км/ч
2.10.26.	11,25 мДж
2.10.27.	0,12 Дж
2.10.28.	1 рад
2.10.29.	0,5
2.10.30.	100 см
2.10.31.	18 м
2.10.32.	31,2 мДж
2.10.33.	0,1 МН
2.10.34.	3 км/ч
2.10.35.	9,36 км/ч
2.10.36.	8000 м
2.10.37.	872 см

3.	
3.1.	
3.1.1.	15 кПа
3.1.2.	6,4 Н
3.1.3.	4000 Н
3.1.4.	0,1 кН
3.1.5.	34,7 Н
3.1.6.	225 Н м
3.1.7.	470 мН
3.1.8.	99,5 Н
3.1.9.	43,3 Н
3.1.10.	26,4 Н
3.1.11.	50 Н; 87 Н
3.1.12.	3,45 кН
3.1.13.	56 мм
3.1.14.	0,8 м
3.1.15.	2 кг
3.1.16.	0,1 кН
3.1.17.	0,216 кН
3.1.18.	100 см
3.1.19.	22,3 Н
3.1.20.	0,27
3.1.21.	0,8 кН
3.1.22.	1,23 рад
3.1.23.	0,379 кН
3.1.24.	0,72 кН
3.1.25.	1,47 рад
3.1.26.	$M g \operatorname{tg} \alpha$
3.1.27.	$M g / \operatorname{Cos} \alpha$
3.1.28.	375 Н
3.1.29.	340 Н
3.1.30.	625 Н
3.1.31.	300 Н
3.1.32.	$\operatorname{Arctg}(1/2\mu)$
3.1.33.	12 Н м
3.1.34.	20 Н м
3.1.35.	25 мм
3.1.36.	0,25 м
3.1.37.	35,6 мм
3.1.38.	338 мм
3.1.39.	20 мм

3.1.40.	60 мм
3.1.41.	0,18 м
3.1.42.	0,1 м
3.1.43.	32 кг
3.1.44.	10 см/с
3.1.45.	0,98 кН
3.1.46.	9500 Н
3.1.47.	$0,860 \text{ г/см}^3$
3.2.	
3.2.1.	10 раз
3.2.2.	2,83 Н
3.2.3.	1 000 Па
3.2.4.	0,2 м
3.2.5.	225 Н
3.2.6.	0,1 м
3.2.7.	0,36 кПа
3.2.8.	145 кПа
3.2.9.	20 кПа
3.2.10.	3375 мН
3.2.11.	202 кПа
3.2.12.	0,9 кПа
3.2.13.	26,6 кПа
3.2.14.	5,92 кг
3.2.15.	2500 Н
3.2.16.	20 м
3.2.17.	476 м
3.2.18.	24,5 м
3.2.19.	300 кПа
3.2.20.	40 мН
3.2.21.	24 кПа
3.2.22.	1,88 мН
3.2.23.	0,36 кН
3.2.24.	2399 Н
3.3.	
3.3.1.	$0,25 \text{ г/см}^3$
3.3.2.	36 к
3.3.3.	150 т
3.3.4.	1,6 Н
3.3.5.	0,32 м
3.3.6.	667 кг/м^3
3.3.7.	Не изменится

3.3.8.	67 мм
3.3.9.	24,5 мл
3.3.10.	67 т
3.3.11.	600 г
3.3.12.	1,71 Н
3.3.13.	20 Н
3.3.14.	$0,75 \text{ г/см}^3$
3.3.15.	$0,7 \text{ г/см}^3$
3.3.16.	0,25
3.3.17.	700 кг/м^3
3.3.18.	889 кг/м^3
3.3.19.	132,8 Н
3.3.20.	967 кг/м^3
3.3.21.	1250 кг/м^3
3.3.22.	3,6 кг
3.3.23.	45 кДж
3.3.24.	13 мм
3.3.25.	55 Н
3.3.26.	2/3
3.3.27.	186 см^3
3.3.28.	45,15 мДж
3.3.29.	150 Дж
3.3.30.	400 мН
3.3.31.	1800 кг/м^3
3.3.32.	$7,25 \text{ г/см}^3$
3.3.33.	1,71 Н
3.3.34.	0,24 кг
3.3.35.	0,67
3.3.36.	16,7 мл
3.3.37.	0,08 кг
3.3.38.	90 мм
3.3.39.	1,05 кг
3.3.40.	100 м
3.3.41.	1,5
3.3.42.	1,73 мм
3.3.43.	0,17 м
3.3.44.	800 кг/м^3
3.3.45.	22 мДж
3.3.46.	62,5 Дж
3.3.47.	57 мм
3.3.48.	720 мДж

3.3.49.	20 мДж
3.3.50.	22 мДж
3.3.51.	10 Н
3.3.52.	$V_2 = \frac{\rho - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1} V$
3.3.53.	4 Н
3.3.54.	0,48 Дж
3.3.55.	1 Н
3.3.56.	0,25 мг ctg α
3.4.	
3.4.1.	1 см
3.4.2.	800 кг/м ³
3.4.3.	11,3 мг
3.4.4.	0,56 мДж
3.4.5.	57 см
4.	
4.1.	
4.1.1.	$1,2 \cdot 10^{25}$
4.1.2.	$5,3 \cdot 10^{-23}$ г
4.1.3.	$9,4 \cdot 10^{25}$
4.1.4.	$5,3 \cdot 10^{-23}$ г
4.1.5.	259 кПа
4.1.6.	0,035 эВ
4.1.7.	1103 кПа
4.1.8.	$3,3 \cdot 10^{25}$
4.1.9.	373 К
4.1.10.	0,0026 м ³
4.1.11.	-3 ⁰ С
4.1.12.	$3,3 \cdot 10^{22}$
4.1.13.	1500 моль
4.1.14.	$1,75 \cdot 10^{12}$
4.1.15.	$3,3 \cdot 10^{11}$
4.1.16.	2 г/моль
4.1.17.	$2,7 \cdot 10^{25}$
4.1.18.	2,6
4.1.19.	$3,9 \cdot 10^{18}$
4.1.20.	69 Гм
4.1.21.	$37 \cdot 10^{24}$ м ⁻³
4.1.22.	1,8 км/с
4.1.23.	0,49 МПа

4.1.24.	462 К
4.1.25.	2 мг/см ³
4.1.26.	0,5 км/с
4.1.27.	1,3 мг/см ³
4.1.28.	0,1 МПа
4.1.29.	$2,26 \cdot 10^7$
4.1.30.	1,2 мг/см ³
4.1.31.	0,5 МПа
4.1.32.	0,3 МПа
4.1.33.	0,36 км/с
4.1.34.	0,49 км/с
4.1.35.	1 764 км/ч
4.1.36.	$5,5 \cdot 10^{21}$ м ⁻³
4.1.37.	$5,53 \cdot 10^{24}$ м ⁻³
4.1.38.	1
4.1.39.	0,1 МПа
4.1.40.	2 182 км/ч
4.1.41.	3 865 К
4.1.42.	500 кПа
4.1.43.	4
4.1.44.	1812 км/ч
4.1.45.	0,05 г/см ³
4.1.46.	500 кПа
4.1.47.	0,5
4.1.48.	1319 нПа
4.1.49.	1,1
4.1.50.	2 021 км/ч
4.1.51.	312 К
4.1.52.	1,2
4.1.53.	2
4.1.54.	$\sqrt{2}$
4.1.55.	290 К
4.1.56.	2
4.1.57.	0,14 МПа
4.1.58.	833 л
4.1.59.	230 пм
4.1.60.	12,5 мин
4.1.61.	0,25 г
4.1.62.	$m_0 N$
4.1.63.	$m_0 N_A/M$
4.1.64.	1 моль

4.1.65.	3,7 нм
4.1.66.	1,4 кг/м ³
4.1.67.	100 кПа
4.1.68.	500 м/с
4.1.69.	0,25
4.1.70.	$P = n k T$
4.1.71.	$3 P / m_0 V^2$
4.1.72.	425 м/с
4.1.73.	$V_2 = \sqrt{2} \cdot V_1$
4.1.74.	$3 R T / 2$
4.1.75.	1 370 м/с
4.2.	
4.2.1.	88,6 л
4.2.2.	3,7 кг
4.2.3.	21 ⁰ С
4.2.4.	3,75 кг
4.2.5.	2
4.2.6.	0,583 м ³
4.2.7.	$1,327 \cdot 10^{22}$
4.2.8.	1171 К
4.2.9.	$1,6 \cdot 10^{27}$
4.2.10.	2726 мН
4.2.11.	$9,995 \cdot 10^{10}$
4.2.12.	296 К
4.2.13.	$1,27 \cdot 10^5$ мм ⁻³
4.2.14.	$3,3 \cdot 10^{19}$
4.2.15.	3 МПа
4.2.16.	1,28 кг
4.2.17.	$9 \cdot 10^{25}$
4.2.18.	654 л
4.2.19.	$5 \cdot 10^{-23}$ г
4.2.20.	0,014 кг
4.2.21.	32 г/моль
4.2.22.	$4 \cdot 10^{27}$
4.2.23.	58 г/моль
4.2.24.	0,1
4.2.25.	3547 Па
4.2.26.	$3,6 \cdot 10^{21}$
4.2.27.	0 К
4.2.28.	18635 л
4.2.29.	28 г/моль

4.2.30.	$8 \cdot 10^{25}$
4.2.31.	800 K
4.2.32.	720 г
4.2.33.	3 389 г
4.2.34.	$1\,127^{\circ}\text{C}$
4.2.35.	1 482 мг
4.2.36.	241 с
4.2.37.	1/3
4.2.38.	2500 Па
4.2.39.	$0,4 \text{ кг/м}^3$
4.2.40.	644,6 K
4.2.41.	16,7 г
4.2.42.	-45°C
4.2.43.	4,5 кг
4.2.44.	1/9
4.2.45.	73 МПа
4.2.46.	0,6
4.2.47.	$2,45 \cdot 10^{24}$
4.2.48.	C_5H_{12}
4.2.49.	1 220 г
4.2.50.	1,4 МПа
4.2.51.	0,1 кг
4.2.52.	1 330 кПа
4.2.53.	0,2
4.2.54.	691 л
4.2.55.	$9\,479 \text{ см}^3$
4.2.56.	6 219 г
4.2.57.	2,49 МПа
4.2.58.	10,36 кг
4.2.59.	58 г
4.2.60.	40 кПа
4.2.61.	60%
4.2.62.	138,5 МПа
4.2.63.	2
4.2.64.	847 см
4.2.65.	0,028 м
4.2.66.	$5 \cdot 10^{24}$
4.2.67.	8 042 Па
4.2.68.	0,15 МПа
4.2.69.	3,55 моль
4.2.70.	2 моля

4.2.71.	-17°C
4.2.72.	$P_{\min} - A, P_{\max} - D$
4.2.73.	0,016 кг
4.2.74.	558°C
4.2.75.	$0,023 \text{ г/см}^3$
4.2.76.	1,5 л
4.2.77.	147
4.2.78.	546°C
4.2.79.	75 кПа
4.2.80.	15 см.
4.2.81.	0,014 Н
4.2.82.	49 К
4.2.83.	9,2 кг
4.2.84.	2,2 МПа
4.2.85.	0,1 ГПа
4.2.86.	0,024 м
4.2.87.	2
4.2.88.	0,71
4.2.89.	0,014 м
4.2.90.	0,06
4.2.91.	7 мм
4.2.92.	0,65
4.2.93.	0,02 м
4.2.94.	2
4.2.95.	9,3 м
4.2.96.	$16,6 \text{ м}^3$
4.2.97.	$0,004 \text{ м}^3$
4.2.98.	0,25
4.2.99.	5 533 Н
4.2.100.	68°C
4.2.101.	0,012 кг
4.2.102.	0,5 м
4.2.103.	685 мг
4.2.104.	43 кПа
4.2.105.	821,4 с
4.2.106.	2
4.2.107.	0,032 кг
4.2.108.	0,1 МПа
4.2.109.	$1,81 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$
4.2.110.	1,6
4.2.111.	0,75

4.3.	
4.3.1.	17°C
4.3.2.	144 кПа
4.3.3.	1,47 МПа
4.3.4.	290 K
4.3.5.	0,3 МПа
4.3.6.	-23°C
4.3.7.	-73°C
4.3.8.	1,44
4.3.9.	$\rho = \text{const}$
4.3.10.	546 K
4.3.11.	0,32 МПа
4.3.12.	714 кПа
4.3.13.	0,17 МПа
4.3.14.	586 K
4.3.15.	127°C
4.3.16.	1,73
4.3.17.	12 кПа
4.3.18.	20 кПа
4.3.19.	900 л
4.3.20.	$\rho = \text{const}$
4.3.21.	-48°C
4.3.22.	0,45
4.3.23.	0,014 кг
4.3.24.	0,048 кг
4.3.25.	400 K
4.3.26.	0,2 кН
4.3.27.	6 г
4.3.28.	26 кг
4.3.29.	$2\,330 \text{ см}^3$
4.3.30.	$54,6^{\circ}\text{C}$
4.3.31.	4,6 кг
4.3.32.	15 Н
4.3.33.	0,15 м
4.3.34.	177°C
4.3.35.	0,25 м
4.3.36.	0,106 м
4.3.37.	51 кПа
4.3.38.	0,12 м
4.3.39.	0,173 м
4.3.40.	1-4, $T_4 = T_{\max}$.

4.3.41.	$\frac{\mu_2}{\mu_1 + \mu_2}$
4.3.42.	$\mu_1 > \mu_2 > \mu_3$
4.3.43.	$m_3 > m_2 > m_1$
4.3.44.	100 К
4.3.45.	0,1 м
4.3.46.	уменьшилось на 3,3 %
4.3.47.	-48°С
4.3.48.	0,8 МПа
4.4.	
4.4.1.	0,56
4.4.2.	1282 Па
4.4.3.	17 г/м ³
4.4.4.	4820 Па
4.4.5.	8,6 г/м ³
4.4.6.	0,437
4.4.7.	942 г
4.4.8.	26,7 кг
4.4.9.	2422 г
4.4.10.	0,87
4.4.11.	1 410 г
4.4.12.	5·10 ²⁴
4.4.13.	0,63
4.4.14.	0,014 кг
4.4.15.	0,6
4.4.16.	69%
4.4.17.	4,78 кг
4.4.18.	4,94 кг
4.4.19.	0,461 кг
5.	
5.1.	
5.1.1.	2 кДж/К
5.1.2.	8°С
5.1.3.	92 МДж
5.1.4.	8400 Дж
5.1.5.	315 Дж
5.1.6.	307 К
5.1.7.	1,94 кВт
5.1.8.	75 л
5.1.9.	333 К

5.1.10.	46 МДж/кг
5.1.11.	0,286
5.1.12.	0,7°С
5.1.13.	2009 г
5.1.14.	2024 Дж/кг·К
5.1.15.	65,5 мин
5.1.16.	0,56
5.1.17.	19°С
5.1.18.	0,326
5.1.19.	124 см ³
5.1.20.	4
5.1.21.	1,035 МДж
5.1.22.	304 К
5.1.23.	0,05 м ³
5.1.24.	29 кВт
5.1.25.	300 К
5.1.26.	15,65 кг
5.1.27.	0,33
5.1.28.	0,08
5.1.29.	297 К
5.1.30.	105 км
5.1.31.	480 с
5.1.32.	27 МДж/кг
5.1.33.	1,77
5.1.34.	454 Дж/кг·К
5.1.35.	1,12 кг
5.1.36.	184 с
5.1.37.	2,48 т
5.1.38.	0,744 т
5.1.39.	160 Вт
5.1.40.	120 МДж
5.1.41.	365 К
5.1.42.	3,24 т
5.1.43.	9,7 км/ч
5.1.44.	4 кДж/кгК
5.1.45.	29,7 кг
5.1.46.	19,4°С
5.1.47.	0,79 кг
5.1.48.	9 см
5.1.49.	0°С

5.2.	
5.2.1.	9 040 кДж
5.2.2.	1017 кДж
5.2.3.	24 280 Дж
5.2.4.	423 К
5.2.5.	0,66 МДж
5.2.6.	434 К
5.2.7.	0,88
5.2.8.	0,593 кг
5.2.9.	0,133 кг
5.2.10.	2°С
5.2.11.	398 К
5.2.12.	323 К
5.2.13.	94 г
5.2.14.	373 К
5.2.15.	0,305 м
5.2.16.	18 МДж
5.2.17.	273 К
5.2.18.	491 г
5.2.19.	1 188 кДж
5.2.20.	6,4%
5.2.21.	314 К
5.2.22.	0°С
5.2.23.	75 г
5.2.24.	0,132 кг
5.2.25.	1719 с
5.2.26.	186 кг
5.2.27.	273 К
5.2.28.	0,42 ГДж/кг
5.2.29.	1,26 кг
5.2.30.	296,5 К
5.2.31.	1693 г
5.2.32.	6,6 г
5.2.33.	24,3 г
5.2.34.	294 мин
5.2.35.	3470 Вт
5.2.36.	89 г
5.2.37.	273 К
5.2.38.	296 К
5.3.	
5.3.1.	0,33 К

5.3.2.	235 Дж
5.3.3.	$0,05^{\circ}\text{C}$
5.3.4.	$1\ 289\ \text{км/ч}$
5.3.5.	0,8 кВт
5.3.6.	3,3 м
5.3.7.	21 м
5.3.8.	50 м
5.3.9.	$8\ 870\ \text{км/ч}$
5.3.10.	$0,1^{\circ}\text{C}$
5.3.11.	$4136\ \text{км/ч}$
5.3.12.	0,06%
5.3.13.	1,8 К
5.3.14.	26,7 К
5.3.15.	0,86%
5.3.16.	205 м
5.3.17.	0,84
5.3.18.	280 м
5.3.19.	$330\ \text{м/с}$
5.3.20.	0,994
5.3.21.	0,3 кг
5.3.22.	400 Дж
5.3.23.	1 000 Дж
5.3.24.	80 Дж
5.3.25.	Изобарное расширение
5.4.	
5.4.1.	1901°C
5.4.2.	748 Дж
5.4.3.	13 596 Дж
5.4.4.	-12 кДж
5.4.5.	24,6 кДж
5.4.6.	24 099 Дж
5.4.7.	13 кДж
5.4.8.	0,3 МДж
5.4.9.	3 324 Дж
5.4.10.	15 кДж
5.4.11.	1,66 кДж
5.4.12.	2 992 Дж
5.4.13.	16,6 Дж
5.4.14.	0,1 МПа
5.4.15.	12 090 Па
5.4.16.	2

5.4.17.	2U / 3КТ
5.4.18.	273°C
5.4.19.	224 мг
5.4.20.	1,5
5.4.21.	1247 Дж
5.4.22.	0,2 МДж
5.4.23.	0
5.4.24.	9099 Дж
5.4.25.	0,33 кДж
5.4.26.	2,49 кДж
5.4.27.	$A_{243} > A_{123}$
5.4.28.	0,1 кДж
5.4.29.	16620 Дж
5.4.30.	0,1 кДж
5.4.31.	$2100\ \text{см}^3$
5.4.32.	5 кг
5.4.33.	831 кДж
5.4.34.	665 Дж
5.4.35.	127°C
5.4.36.	$1\ 277\ \text{км/ч}$
5.4.37.	$5692\ \text{км/ч}$
5.4.38.	-43°C
5.4.39.	-13°C
5.5.	
5.5.1.	10 кДж
5.5.2.	598 Дж
5.5.3.	-50 кДж
5.5.4.	16,5 кДж
5.5.5.	120 Дж
5.5.6.	1278 Дж
5.5.7.	67 кДж
5.5.8.	2493 Дж
5.5.9.	адиабатный
5.5.10.	$96,3^{\circ}\text{C}$
5.5.11.	3,3 Дж
5.5.12.	$5(\text{м/М})\ \text{RT}_0$
5.5.13.	240 кПа
5.5.14.	25 Дж
5.5.15.	0,16 МДж
5.5.16.	6 кДж
5.5.17.	4

5.5.18.	изохорном
5.5.19.	2 моля
5.5.20.	2327 Дж
5.5.21.	32 г/моль
5.5.22.	83 кДж
5.5.23.	23 кДж
5.5.24.	1 996 Дж
5.5.25.	0,66 МДж
5.5.26.	0,23 кДж
5.5.27.	20 кДж
5.5.28.	0,67
5.5.29.	0,61
5.5.30.	28 кДж
5.5.31.	2,7
5.5.32.	0,4
5.5.33.	0,598
5.5.34.	1000 Дж
5.5.35.	0,2
5.5.36.	621 Вт
5.5.37.	28°C
5.5.38.	625 Дж
5.5.39.	414 К
5.5.40.	2,17
5.5.41.	10 кДж
5.5.42.	900 К
5.5.43.	0,32
5.5.44.	82,7 кг
5.5.45.	0,174
5.5.46.	8,7 %
5.5.47.	200 Дж
5.5.48.	1250 Дж
5.5.49.	>400 Дж
5.5.50.	2
5.5.51.	18,6 кДж
5.5.52.	1000 Дж
5.5.53.	500 Дж
5.5.54.	11 %
5.5.55.	1,8
5.5.56.	> 25 %
5.5.57.	В 2 раза меньше
5.5.58.	90 кДж

5.5.59.	1,4 кДж
6.	
6.1.	
6.1.1.	0,28 м
6.1.2.	1,6 Н
6.1.3.	10^{11}
6.1.4.	6 мН
6.1.5.	76 мкм
6.1.6.	0,04 м
6.1.7.	2200 км/с
6.1.8.	0,14 нм
6.1.9.	10^{-10} Кл/м ²
6.1.10.	2 см/с ²
6.1.11.	225 мкН
6.1.12.	90 Н
6.1.13.	690 мкН
6.1.14.	0,25
6.1.15.	3,3
6.1.16.	2
6.1.17.	4
6.1.18.	95 мкКл/кг
6.1.19.	24 мкН
6.1.20.	1,26 мКл/м ²
6.1.21.	0,35 м
6.1.22.	1 нКл
6.1.23.	3,5 Н
6.1.24.	420 см
6.1.25.	6 г
6.1.26.	5,8 мН
6.1.27.	0,031 м
6.1.28.	0,05 мКл
6.1.29.	$F_2 = -F_1$
6.1.30.	$F_2 = 3 F_1$
6.1.31.	$F_2 = 0,4 F_1$
6.2.	
6.2.1.	В/м
6.2.2.	1 кВ/м
6.2.3.	0,01 Н
6.2.4.	40 кВ/м; 40 нКл
6.2.5.	44,4 нКл
6.2.6.	9

6.2.7.	2
6.2.8.	3,3 кВ/м
6.2.9.	90 МВ/м
6.2.10.	0,206 м
6.2.11.	99,5 нКл/м ²
6.2.12.	244,5 В/м
6.2.13.	0,09 В/см
6.2.14.	2260 В/м
6.2.15.	0 кВ/м
6.2.16.	4,5 В/см
6.2.17.	340 см
6.2.18.	288 В/м
6.2.19.	600 В/м
6.2.20.	0,06 мВ/см
6.2.21.	120 см
6.2.22.	500 В/см
6.2.23.	576 кВ/м
6.2.24.	0,4 В/см
6.2.25.	0,03 В/см
6.2.26.	28,2 кВ/м
6.2.27.	0,019 Н
6.2.28.	1800 В/м
6.2.29.	100 кВ/м
6.2.30.	0,009 Н
6.2.31.	7^0
6.2.32.	0,0124 Н
6.2.33.	2 нКл/м ²
6.2.34.	0,012 м
6.2.35.	2,26 В/см
6.2.36.	130 нКл
6.2.37.	118 мкН
6.2.38.	0,12 Н
6.2.39.	0,1 мг
6.2.40.	0,132 мкКл
6.2.41.	6,6 мкКл
6.2.42.	$163 \cdot 10^{-20}$ Кл
6.2.43.	0,2 мКл
6.2.44.	3 МВ/м
6.2.45.	15 м/с ²
6.2.46.	0,8 мВ/м
6.2.47.	1,48 В/см

6.2.48.	0,568 мкс
6.2.49.	0,113 мкс
6.2.50.	40 Мм/с
6.2.51.	20 000 м/с
6.2.52.	$\frac{q}{9\pi\epsilon_0 L^2}$
6.2.53.	3
6.2.54.	1,41 В/м
6.2.55.	0,3 м
6.2.56.	9 В/м
6.2.57.	0
6.2.58.	0
6.3.	
6.3.1.	В
6.3.2.	180 кВ
6.3.3.	11,1 пКл
6.3.4.	2,67 В/см
6.3.5.	10 В
6.3.6.	0,22 кВ
6.3.7.	2700 В
6.3.8.	3 В
6.3.9.	1,8 кВ
6.3.10.	$30 \cdot 10^{10}$
6.3.11.	45 В
6.3.12.	990 В/м
6.3.13.	18 кВ
6.3.14.	36
6.3.15.	15 В
6.3.16.	1 200 кВ
6.3.17.	19 нКл
6.3.18.	62 эВ
6.3.19.	6 мДж
6.3.20.	2 м
6.3.21.	18 мКл
6.3.22.	260 нДж
6.3.23.	0,1 м
6.3.24.	113 мкДж
6.3.25.	$4 \cdot 10^6$ м/с
6.3.26.	6 мДж; 0,15 Н
6.3.27.	0
6.3.28.	4,5 мкДж

6.3.29.	18 Н/м
6.3.30.	0,237 Дж
6.3.31.	$5,9 \cdot 10^6$ м/с
6.3.32.	190 В
6.3.33.	19 В
6.3.34.	1 440 см
6.3.35.	0,15 м
6.3.36.	14 см
6.3.37.	$1 \cdot 10^{-14}$ Кл
6.3.38.	$1,3 \cdot 10^{-26}$ кг
6.3.39.	2500 км/с
6.3.40.	0,045 м
6.3.41.	16 670 В
6.3.42.	36 Мм/с
6.3.43.	150 В
6.3.44.	18 800 км/с
6.3.45.	4,8 мкДж
6.3.46.	160 м/с
6.3.47.	2 нс
6.3.48.	$1,6 \cdot 10^{-17}$ Дж
6.3.49.	$9,76 \cdot 10^6$ м/с
6.3.50.	130 м/с
6.3.51.	0,4 кВ
6.3.52.	0,54 м
6.3.53.	3,2 кВ
6.3.54.	4,4 м/с
6.3.55.	0,13 см
6.3.56.	38 кВ
6.3.57.	360 мкДж
6.3.58.	0,128 Н
6.3.59.	$\frac{3q}{8\pi\epsilon_0 R}$
6.3.60.	120 В
6.3.61.	$\frac{7q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$
6.3.62.	$\frac{\sigma Rq}{2\epsilon_0}$
6.3.63.	$\sqrt{\frac{\sigma qR}{m\epsilon_0}}$

6.3.64.	$q\sqrt{\frac{1}{2\pi\epsilon_0 Rm}}$
6.4.	
6.4.1.	Ф
6.4.2.	10 кВ
6.4.3.	2
6.4.4.	70 см
6.4.5.	48 В
6.4.6.	10 В
6.4.7.	0,3 м
6.4.8.	1,6 В
6.4.9.	1,8 мм
6.4.10.	113 м ²
6.4.11.	67 нКл
6.4.12.	2
6.4.13.	2,7 мкКл
6.4.14.	8
6.4.15.	100 В
6.4.16.	72
6.4.17.	7
6.4.18.	8,3 В
6.4.19.	0,1 кВ
6.4.20.	20 мкКл
6.4.21.	500 пКл
6.4.22.	3
6.4.23.	0,25 мН
6.4.24.	0,2 кВ
6.4.25.	7 500 В
6.4.26.	0,165 кВ
6.4.27.	0,180 кВ
6.4.28.	0,176 кВ
6.4.29.	1,6
6.4.30.	2 В
6.4.31.	4 800 В
6.4.32.	0,4 кВ
6.4.33.	12,5 мДж
6.4.34.	0,36 кДж
6.4.35.	20 нФ
6.4.36.	40 В
6.4.37.	1,6 мКл
6.4.38.	1/3

6.4.39.	120 мкКл
6.4.40.	0,1 мКл
6.4.41.	77 мкФ
6.4.42.	7,2 мкФ
6.4.43.	2 мкФ
6.4.44.	0,75
6.4.45.	225 Дж
6.4.46.	25 мкДж
6.4.47.	5 мкДж
6.4.48.	0,5
6.4.49.	7,2 мкДж
6.4.50.	2 Дж
6.4.51.	4 кВ
6.4.52.	4,7 Дж
6.4.53.	15 кВт
6.4.54.	0,4 мкДж
6.4.55.	3,4 мДж
6.4.56.	5 мДж
6.4.57.	0,5 мДж
6.4.58.	0,125 Дж
6.4.59.	27,9 мкДж
6.4.60.	2 мкДж
6.4.61.	0,3 кВ
6.4.62.	$94 \cdot 10^{12}$ Дж/м ³
6.4.63.	$\epsilon_0 E$
6.4.64.	Увеличится в 1,5 раза
6.4.65.	4 мкФ
6.4.66.	6 мкФ
6.4.67.	6 мкФ
6.4.68.	$\frac{q^2 \Delta x}{2\epsilon_0 S}$
7.	
7.1.	
7.1.1.	1,4 А
7.1.2.	5 В
7.1.3.	$5 \cdot 10^{18}$
7.1.4.	0,77 Ом
7.1.5.	0,23 кОм
7.1.6.	6

7.1.7.	100 кА/м ²
7.1.8.	2 А/мм ²
7.1.9.	0,1 А/мм ²
7.1.10.	240 мВ
7.1.11.	588,2 м
7.1.12.	4725 мВ
7.1.13.	15 В
7.1.14.	0,1134 т
7.1.15.	43,5 В
7.1.16.	465 К
7.1.17.	506 К
7.1.18.	22 Ом
7.1.19.	50,4 Ом
7.1.20.	318,3 К
7.1.21.	0,004 град ⁻¹
7.1.22.	544 К
7.1.23.	6·10 ¹¹
7.1.24.	9,4 мкм/с
7.1.25.	2 А
7.1.26.	110 мкм/с
7.1.27.	500 мА
7.1.28.	4 А
7.1.29.	4,7 А
7.1.30.	10 А
7.1.31.	1 нс
7.1.32.	10 ¹⁷
7.1.33.	3 Ом
7.1.34.	1 А
7.2.	
7.2.1.	500 мА
7.2.2.	4 А
7.2.3.	12 В
7.2.4.	9,7 В
7.2.5.	2 В; 0,25 Ом
7.2.6.	1,25
7.2.7.	11,7 В
7.2.8.	1,9 Ом
7.2.9.	300 мА
7.2.10.	0,75 Ом, 8,57 В
7.2.11.	1200 мА
7.2.12.	400 мА

7.2.13.	800 мА
7.2.14.	0,2 кОм
7.2.15.	6 А
7.2.16.	3 Ом
7.2.17.	60 В
7.2.18.	127 В
7.2.19.	200 мОм
7.2.20.	650 мА
7.2.21.	0,01 мкФ
7.2.22.	0,03 кОм
7.2.23.	1400 мВ
7.2.24.	1400 мВ
7.2.25.	510 мВ
7.2.26.	12 В
7.2.27.	12 В, 2 Ом
7.2.28.	45 Ом
7.2.29.	200 мОм
7.2.30.	48 А
7.2.31.	2,1 В
7.2.32.	1,7 В
7.2.33.	0,67
7.2.34.	12
7.2.35.	3 Ом
7.2.36.	30 В
7.2.37.	1 Ом
7.2.38.	3,5 мкФ
7.2.39.	3 мкФ
7.2.40.	3,5 мкФ
7.2.41.	640 мВ
7.2.42.	1
7.2.43.	$\frac{I_1 U_2 + I_2 U_1}{I_1 + I_2}$
7.2.44.	8 В
7.2.45.	1 Ом
7.2.46.	1,8 В
7.2.47.	2 А
7.3.	
7.3.1.	5 А
7.3.2.	320 мА
7.3.3.	3,4 г

7.3.4.	2,04 час
7.3.5.	6 А
7.3.6.	107 мДж
7.3.7.	4·10 ¹⁹
7.3.8.	2 Ом
7.3.9.	134 мДж
7.3.10.	0,594 кг
7.3.11.	124 А/м ²
7.3.12.	56 А/м ²
7.3.13.	37 Вт
7.3.14.	0,28 Ом
7.3.15.	3
7.3.16.	0,05 мм
7.3.17.	1 мкм
7.3.18.	2,4 кА
7.3.19.	1,37 нм/с
7.3.20.	57 ⁰ С
7.3.21.	129,4 кДж
7.3.22.	15 В
7.3.23.	136 нН
7.3.24.	0,531 г
7.3.25.	0,133 г
7.3.26.	198 г
7.3.27.	20 мин
7.4.	
7.4.1.	6 кДж
7.4.2.	43,2 кДж
7.4.3.	5120 мВт
7.4.4.	36 мДж
7.4.5.	87%
7.4.6.	80%
7.4.7.	0,5 мДж
7.4.8.	8
7.4.9.	1,22 ГДж
7.4.10.	100
7.4.11.	23 Вт
7.4.12.	75 Вт
7.4.13.	18,7 А
7.4.14.	0,109 ГДж
7.4.15.	21,3 кДж
7.4.16.	0,5 кА

7.4.17.	3,4
7.4.18.	1 А
7.4.19.	3° С
7.4.20.	176 Вт
7.4.21.	25 Вт
7.4.22.	10 кДж
7.4.23.	12,6° С
7.4.24.	1 А
7.4.25.	10,2 м
7.4.26.	1,08
7.4.27.	44,5 Вт
7.4.28.	15 Вт
7.4.29.	13,5 Вт
7.4.30.	1800 кДж
7.4.31.	0,2 кВт
7.4.32.	25 Вт
7.4.33.	4,7 А
7.4.34.	11,5 Вт
7.4.35.	0,2° С
7.4.36.	60 А
7.4.37.	15 Вт
7.4.38.	31,4%
7.4.39.	7 В
7.4.40.	5
7.4.41.	72 Вт
7.4.42.	25 В
7.4.43.	2 В
7.4.44.	26,9 Вт
7.4.45.	11,25 Вт
7.4.46.	700 мм ²
7.4.47.	13,9 кВ
7.4.48.	1 Вт
7.4.49.	9 Вт
7.4.50.	47,5%
7.4.51.	10 А
7.4.52.	0,1 кОм
7.4.53.	32 Вт
7.4.54.	6 Ом
7.4.55.	4
7.4.56.	0,25
7.4.57.	3

7.4.58.	Увеличилась в 1,25
7.4.59.	10
7.4.60.	$P_1 = 4 P_2$
7.4.61.	242 Ом
7.4.62.	250 А
7.5.	
7.5.1.	3,2 кОм
7.5.2.	3,6 кОм
7.5.3.	127 мОм
7.5.4.	2,7 А
7.5.5.	20 Ом
7.5.6.	100 мкА/дел
7.5.7.	68,6 В
7.5.8.	5 мОм
7.5.9.	90 Ом
7.5.10.	100 мОм
7.5.11.	2 А
7.5.12.	1000 Ом
7.5.13.	20 кОм
7.5.14.	19,8 кОм
7.5.15.	39,9 кОм
7.5.16.	12,4 А
7.5.17.	2,55 А/дел
7.5.18.	0,34 кВ
7.5.19.	261 Ом
7.5.20.	25 Ом
7.5.21.	25 кОм
7.5.22.	19,8 кОм
7.5.23.	46,7 кОм
7.5.24.	29,6 А
7.5.25.	7,2 В
7.5.26.	5,4 А
7.5.27.	0,4 кОм
7.5.28.	20,4 В
7.5.29.	4 Ом
7.5.30.	24,5 нОм м
7.5.31.	126 кг
7.5.32.	920 мОм
7.5.33.	0,2 кОм
7.5.34.	6 А
7.5.35.	680 мВ

7.5.36.	1,65
7.5.37.	120 В
7.5.38.	40 кДж
7.5.39.	250 мВ; 5750 мВ
7.5.40.	$6,8 \cdot 10^{-10}$ Кл/кг
7.5.41.	0,25
7.5.42.	1,1
7.5.43.	50 мин
7.5.44.	0,2 кВт
7.5.45.	6,6 мг
7.5.46.	5 А
7.5.47.	8,3 кДж
7.5.48.	0,2 А
7.5.49.	340 В
7.5.50.	1 А
7.5.51.	25 Ом
8.	
8.1.	
8.1.1.	$\pi/6$ рад
8.1.2.	2520 мДж
8.1.3.	1200 мДж
8.1.4.	15 А
8.1.5.	2,7 А
8.1.6.	1250 г
8.1.7.	0,03 Н
8.1.8.	8 А
8.1.9.	5 А
8.1.10.	0,225 Дж
8.1.11.	5 мТл
8.1.12.	5 мТл
8.1.13.	2 Тл
8.1.14.	26°
8.1.15.	Уменьшится в 2 раза
8.1.16.	Верх
8.1.17.	Вверх
8.1.18.	Перпендикулярно плоскости рисунка
8.1.19.	$F_2 = F_1 \sqrt{3}$
8.1.20.	$F_2 = 2 F_1$
8.1.21.	0,7 Дж

8.2.	
8.2.1.	57,6 мкм
8.2.2.	0,012 мН
8.2.3.	1835
8.2.4.	305
8.2.5.	1,4
8.2.6.	8,9 нс
8.2.7.	2
8.2.8.	$2,41 \cdot 10^{-23}$ кг·м/с
8.2.9.	95,7 км/с
8.2.10.	2 е
8.2.11.	$1,76 \cdot 10^{10}$ рад/с
8.2.12.	16 пН
8.2.13.	10^8 Кл/кг
8.2.14.	2 Тл
8.2.15.	2,06 мм
8.2.16.	10^5 м/с
8.2.17.	$6,65 \cdot 10^{-27}$ кг
8.2.18.	0,32 м
8.2.19.	4,5 м
8.2.20.	90 мкм
8.2.21.	88 кВ
8.2.22.	50 В
8.2.23.	7 570 км/с
8.2.24.	Увеличится в 2 раза
8.2.25.	$R_2 = R_1 \sqrt{2}$
8.2.26.	$R_2 = 2 R_1$
8.2.27.	$T_2 = 2 T_1$
8.2.28.	$v_2 = v_1 / 2$
8.3.	
8.3.1.	2
8.3.2.	0,6 Вб
8.3.3.	1 А
8.3.4.	47,7 мВб
8.3.5.	14 мГн
8.3.6.	58 мТл
8.3.7.	1 мВб
8.3.8.	0,02 Вб
8.3.9.	4 мВб
8.3.10.	625 мкВб

8.3.11.	0,06 А·м ²
8.3.12.	50 мкВб
8.3.13.	10 мкВб
8.3.14.	0,010 Тл
8.3.15.	$5 \cdot 10^{-4}$ Н·м
8.3.16.	6,9 Н·м
8.3.17.	1 мВб
8.3.18.	Н м/А
8.4.	
8.4.1.	5 мВ
8.4.2.	0,5 с
8.4.3.	2,9 мКл
8.4.4.	6 В
8.4.5.	0,4 В
8.4.6.	2
8.4.7.	1 В
8.4.8.	4 В
8.4.9.	1 мкКл
8.4.10.	0,5 с
8.4.11.	5 м/с
8.4.12.	0,4 кВ
8.4.13.	4 мТл
8.4.14.	0,1 м
8.4.15.	5 м/с
8.4.16.	15 мКл
8.4.17.	62,8 мВ
8.4.18.	62,8 В
8.4.19.	13,28 В
8.4.20.	125 мкКл
8.4.21.	630 мВ
8.4.22.	100
8.4.23.	125 мВ
8.4.24.	10 пВт
8.4.25.	3,5 мВ
8.4.26.	1,2 мТл
8.4.27.	45°
8.4.28.	2,5 В
8.4.29.	580 мА
8.4.30.	2,5 мКл
8.4.31.	0,49 с
8.4.32.	6 А

8.4.33.	6 А
8.4.34.	1 мВ
8.4.35.	30 В
8.4.36.	1 мВб
8.4.37.	62,8 В
8.4.38.	12,56 мВ
8.4.39.	100 с
8.4.40.	25 мКл
8.4.41.	30°
8.4.42.	30 В
8.4.43.	0,01 Тл/с
8.4.44.	8,9 м/с
8.4.45.	0,67 Тл
8.4.46.	1,2 Дж
8.4.47.	$\pi/3$ рад
8.4.48.	0,1 мкВт
8.4.49.	2 А
8.4.50.	0,02 В
8.4.51.	0,048 Вб
8.4.52.	0,5 мВт
8.4.53.	28,9 мкВт
8.4.54.	12 мкА
8.4.55.	3,2 мОм
8.4.56.	100 м/с
8.4.57.	2,5 мОм
8.4.58.	0,5 нКл
8.4.59.	541 мТл/с
8.4.60.	1,83 мКл
8.4.61.	0,053 Кл
8.4.62.	0,15 мКл
8.4.63.	30,14 В
8.4.64.	1 А
8.4.65.	625 мОм
8.4.66.	150 рад/с
8.4.67.	41,3 мКл
8.4.68.	0,185 В
8.4.69.	0,032 Ом
8.4.70.	10 м/с^2
8.5.	
8.5.1.	0,02 Гн
8.5.2.	0,017 Гн

8.5.3.	0,002 Тл
8.5.4.	0,005 Гн
8.5.5.	2,5 Гн
8.5.6.	0,4 Гн
8.5.7.	7,5 Дж
8.5.8.	30 А/с
8.5.9.	0,01 с
8.5.10.	110 мс
8.5.11.	5 Гн
8.5.12.	30 мТл
8.5.13.	8 В
8.5.14.	2 Гн
8.5.15.	4 В
8.6.	
8.6.1.	0,25
8.6.2.	1,25 Дж
8.6.3.	0,4 мВб
8.6.4.	560 мДж
8.6.5.	8 мДж
8.6.6.	0,5 Гн
8.6.7.	10 А
8.6.8.	40 А
8.6.9.	15,6 мГн
8.6.10.	6 Дж
9.	
9.1.	
9.1.1.	0
9.1.2.	0,1 м
9.1.3.	1 с
9.1.4.	6 м/с
9.1.5.	0,5 с
9.1.6.	19 см
9.1.7.	0,03 м
9.1.8.	4
9.1.9.	11,78 м/с
9.1.10.	1,6 м/с ²
9.1.11.	-0,22 м/с ²
9.1.12.	4,44 м/с ²
9.1.13.	0,29 м/с
9.1.14.	0,25
9.1.15.	8 с

9.1.16.	4π с
9.1.17.	0,02 м, -0,014 м
9.1.18.	28 см
9.1.19.	4,9 см/с ²
9.1.20.	1,4 м/с
9.1.21.	6 с
9.1.22.	4 см
9.1.23.	0,2 с
9.1.24.	0 см
9.1.25.	$F_{2m} = 4 F_{1m}$
9.1.26.	$F_{2m} = F_{1m} / 16$
9.2.	
9.2.1.	0,58
9.2.2.	40 см
9.2.3.	50%
9.2.4.	2,45 с
9.2.5.	2,5 м
9.2.6.	0,5 мин
9.2.7.	2,25
9.2.8.	9,86 м/с ²
9.2.9.	2,7 Гц
9.2.10.	5 с
9.2.11.	0,02 кг
9.2.12.	9,8 м/с ²
9.2.13.	250 см
9.2.14.	0,5
9.2.15.	4 м
9.2.16.	0,19 м/с
9.2.17.	0,5
9.2.18.	0,75 м
9.2.19.	1,11
9.2.20.	6 ⁰
9.2.21.	3,14 с
9.2.22.	0,9 с
9.2.23.	$v_2 = 1,33 v_1$
9.2.24.	$T_2 = \sqrt{2} T_1$
9.3.	
9.3.1.	0,5 мН
9.3.2.	0,48 м
9.3.3.	14 см
9.3.4.	3 см

9.3.5.	40,53 кг
9.3.6.	200 г
9.3.7.	0,657 Н/м
9.3.8.	274 Н/м
9.3.9.	126,3 Н/м
9.3.10.	0,4 с
9.3.11.	1 с
9.3.12.	2
9.3.13.	0,628 с
9.3.14.	0,08 м
9.3.15.	4050 г
9.3.16.	50 см/с
9.3.17.	0,028 м
9.3.18.	10 Н/м
9.3.19.	$T_2 = T_1 / 2$
9.4.	
9.4.1.	0,05 Дж
9.4.2.	12
9.4.3.	0,031 Дж
9.4.4.	2,5 Дж
9.4.5.	0,25 кН/м
9.4.6.	4,8 Дж
9.4.7.	2,5 мДж
9.4.8.	0,025 с
9.4.9.	0,125 Т
9.4.10.	$W_{2m} = 4 W_{1m}$
9.4.11.	4,5 см
9.4.12.	0,63 с
9.4.13.	0,99 Дж
9.5.	
9.5.1.	20 м/с
9.5.2.	0,6 м
9.5.3.	21,6 км/ч
9.5.4.	10,02 м/с
9.6.	
9.6.1.	3,6 км/с
9.6.2.	180 ⁰
9.6.3.	0,99 км
9.6.4.	4 с
9.6.5.	4,26
9.6.6.	150 см

9.6.7.	680 м/с
9.6.8.	2,09 рад
9.6.9.	50 Гц
9.6.10.	100 м
9.6.11.	3,3 м
9.6.12.	50 м
9.6.13.	180°
9.6.14.	0,1 м
9.6.15.	π рад
9.6.16.	1000 Гц
9.6.17.	2,4 м/с
9.6.18.	вверх
9.6.19.	5000 м/с
9.6.20.	1 м
9.6.21.	20 мм
9.6.22.	1500 м/с
9.6.23.	$\lambda = 2 L / \nu t$
9.6.24.	$h = \lambda V t / 2$
9.7.	
9.7.1.	0,01 Гн
9.7.2.	8 МГц
9.7.3.	50,7 пФ
9.7.4.	113 нФ
9.7.5.	-3 А
9.7.6.	2,14
9.7.7.	0,6 кГц
9.7.8.	10 мс
9.7.9.	1 МГц
9.7.10.	62,8 мА
9.7.11.	0,11
9.7.12.	385 мкс
9.7.13.	2
9.7.14.	79,2 нФ
9.7.15.	2
9.7.16.	1,4
9.7.17.	628 мс
9.7.18.	6370 Гц
9.7.19.	7,07 А
9.7.20.	500 мА
9.7.21.	0,015 А
9.7.22.	0,942 А

9.7.23.	53 кГц
9.7.24.	50 мГц
9.7.25.	$\nu_2 = 2 \nu_1$
9.8.	
9.8.1.	2,2 МДж
9.8.2.	50 мкДж
9.8.3.	0,6 Дж
9.9.	
9.9.1.	0,2 А
9.9.2.	10 А
9.9.3.	250 мДж
9.9.4.	0,216 Дж
9.9.5.	0,2 мДж
9.9.6.	0,12 мДж
9.9.7.	0,125 Т
9.9.8.	15 мкДж
9.10.	
9.10.1.	6 А, 50 Гц
9.10.2.	6,28 Ом
9.10.3.	120 В
9.10.4.	11,55 В
9.10.5.	493
9.10.6.	311 В
9.10.7.	0,044 А
9.10.8.	7,24 мкФ
9.10.9.	13,8 мкФ
9.10.10.	0,69 А
9.10.11.	25 Ом
9.10.12.	0,7 кВ
9.10.13.	50 мкФ
9.10.14.	85,7 В
9.10.15.	18°
9.10.16.	100 мГц
9.11.	
9.11.1.	16
9.11.2.	87%
9.11.3.	36
9.11.4.	20 В
9.11.5.	80%
9.11.6.	2520
9.11.7.	17 А

9.11.8.	72
9.11.9.	14 В
9.11.10.	30 В; 224 В
9.11.11.	1,42 А
9.12.	
9.12.1.	253 мВ
9.12.2.	0,504 кГц
9.12.3.	66 пФ
9.12.4.	15 мкФ
9.12.5.	2,3 мГц
9.13.	
9.13.1.	10,5 м
9.13.2.	0,5 нФ
9.13.3.	2260,8 м
9.13.4.	0,25 А
9.13.5.	206÷1445 м
9.13.6.	15 м
9.13.7.	188,4 м
9.13.8.	25,4 пФ
9.13.9.	50 В
9.13.10.	$C_2 = 16 C_1$
9.13.11.	$N_2 = 2 N_1$
9.13.12.	3770 м
9.13.13.	25,4 мкГц
10.	
10.1.	
10.1.1.	60 ^u
10.1.2.	20 см
10.1.3.	6 м
10.1.4.	50 м
10.1.5.	73 ^u
10.1.6.	9,33 м
10.1.7.	64 ^u
10.1.8.	24 ^u
10.1.9.	0,1 м
10.1.10.	75 м
10.1.11.	0,85 м
10.1.12.	3
10.1.13.	45 ^u
10.1.14.	0,46 м

10.1.15:	8 м/с
10.1.16:	0,8 м
10.1.17:	1,5 м
10.1.18:	3
10.1.19:	15°
10.1.20:	5,5 м
10.1.21:	45°
10.1.22:	5 м/с
10.1.23:	0,2 м/с
10.2.	
10.2.1.	0,989
10.2.2.	$1,24 \cdot 10^8$ м/с
10.2.3.	0,53 мкм
10.2.4.	2
10.2.5.	160 нм
10.2.6.	750 нм
10.2.7.	1,2
10.2.8.	1,6
10.2.9.	1,4
10.2.10:	$2,26 \cdot 10^8$ м/с
10.2.11:	$2,10 \cdot 10^8$ м/с
10.3.	
10.3.1.	$48,6^\circ$
10.3.2.	59°
10.3.3.	$2,2 \cdot 10^8$ м/с
10.3.4.	33°
10.3.5.	20°
10.3.6.	1,62; $1,85 \cdot 10^8$ м/с
10.3.7.	20°
10.3.8.	97 см
10.3.9.	63°
10.3.10:	48°
10.3.11:	1,47
10.3.12:	19°
10.3.13:	83°
10.3.14:	37°
10.3.15:	$\sin \gamma = 0,01$
10.3.16:	$18,6^\circ$
10.3.17:	56°
10.3.18:	53°
10.3.19:	$52,6^\circ$

10.3.20:	$\pi/2$
10.3.21:	1,4
10.3.22:	25°
10.3.23:	1,2 м
10.3.24:	1,1 м
10.3.25:	3,5 см
10.3.26:	43 л
10.3.27:	0; 7
10.3.28:	4 см
10.3.29:	40°
10.3.30:	$\pi/6$
10.3.31:	0,01 м
10.3.32:	0,6 см
10.3.33:	26 мм
10.3.34:	10 см
10.3.35:	23°
10.3.36:	18°
10.3.37:	Луч не выйдет из призмы
10.3.38:	47°
10.3.39:	45°
10.3.40:	0,58 м
10.3.41:	2 м
10.3.42:	5,3 м
10.3.43:	2 м
10.3.44:	0,17 см
10.4.	
10.4.1.	$1,68 \cdot 10^8$ м/с
10.4.2.	62°
10.4.3.	$33,3^\circ$
10.4.4.	1,3
10.4.5.	$\pi/4$
10.4.6.	24°
10.4.7.	$2,1 \cdot 10^8$ м/с
10.4.8.	$2 \cdot 10^8$ м/с
10.4.9.	$1,22 \cdot 10^8$ м/с
10.4.10:	$2,12 \cdot 10^8$ м/с
10.4.11:	30°
10.4.12:	20°
10.4.13:	45 см
10.4.14:	1,2
10.4.15:	28°

10.4.16:	1,01
10.4.17:	Луч в воздух не выйдет
10.4.18:	$1,68 \cdot 10^8$ м/с
10.4.19:	24°
10.4.20:	1,41
10.5.	
10.5.1.	10 дптр
10.5.2.	8 см
10.5.3.	12 см
10.5.4.	60 см
10.5.5.	45 см
10.5.6.	40 см
10.5.7.	7,5 см
10.5.8.	3,33 дптр
10.5.9.	0,275 м
10.5.10:	80 см
10.5.11:	55 мм
10.5.12:	375 см
10.5.13:	0,30 м
10.5.14:	1/3
10.5.15:	0,30 м
10.5.16:	40 см
10.5.17:	10 см
10.5.18:	70 см
10.5.19:	0,1 м
10.5.20:	9,65 см
10.5.21:	1,25 дптр
10.5.22:	3
10.5.23:	20 см; 2
10.5.24:	0,33 м
10.5.25:	0,845 м
10.5.26:	0,12 м
10.5.27:	80 см
10.5.28:	120 см
10.5.29:	60 см
10.5.30:	400 см
10.5.31:	2
10.5.32:	0,08 м
10.5.33:	2 дптр
10.5.34:	20 см
10.5.35:	0,80 м

10.5.36	0,04 м
10.5.37	0,04 м
10.5.38	20 см
10.5.39	0,4 м
10.5.40	20 см
10.5.41	20 дптр
10.5.42	8 см
10.5.43	12,5 см
10.5.44	4 см
10.5.45	36 см
10.5.46	0,4 м
10.5.47	1 см
10.5.48	-4 дптр
10.5.49	-6,25 дптр
10.5.50	0,24 м
10.5.51	9 см
10.5.52	2,67 м
10.5.53	6,4 дптр
10.5.54	1,5 дптр
10.5.55	3
10.5.56	5 дптр
10.5.57	25%
10.5.58	0,6 м
10.5.59	0,1 м
10.5.60	0,2 м
10.5.61	0,1 м
10.5.62	4 см
10.5.63	0,9 м
10.5.64	1,75 м
10.5.65	16
10.5.66	360 м
10.5.67	12,5 дптр
10.5.68	75 см
10.5.69	20 см
10.5.70	6 см/с
10.5.71	1,54 с
10.5.72	20 см/с
10.5.73	4
10.6.	
10.6.1.	0
10.6.2.	90°

10.6.3.	340 Гц
10.6.4.	$\pi/2$
10.6.5.	0,5 мкм
10.6.6.	0,3 мкм
10.7.	
10.7.1.	1,6°
10.7.2.	1,1°
10.7.3.	23°
10.7.4.	2500 см ⁻¹
10.7.5.	4,7 см ⁻¹
10.7.6.	50 см ^{LJ1}
10.7.7.	60°
10.7.8.	9 мкм
10.7.9.	314 нм
10.7.10.	5
10.7.11.	3
10.7.12.	2
10.7.13.	5
10.7.14.	3
10.7.15.	4
10.7.16.	3
10.7.17.	2
10.7.18.	3
10.7.19.	19
10.7.20.	7
10.7.21.	0,680 мкм
10.7.22.	0,6 мкм
10.7.23.	6,56 мкм
10.7.24.	1 мкм
10.7.25.	1,08 мкм
10.7.26.	3,6 см
10.7.27.	500 нм
10.7.28.	400 нм
10.7.29.	8 см
10.7.30.	600 нм
10.7.31.	500 нм
10.7.32.	20 мкм
10.7.33.	3
10.7.34.	0,5 мкм
10.7.35.	30°
10.7.36.	446 нм

10.7.37.	500
11.	
11.1.	
11.1.1.	4,5·10 ¹⁴ Гц
11.1.2.	5
11.1.3.	3,3·10 ³²
11.1.4.	413 нм
11.1.5.	2
11.1.6.	2·10 ⁻²⁷ Па·с
11.1.7.	1,1·10 ⁻²⁷ Па·с
11.1.8.	6·10 ²⁰
11.1.9.	10 ¹¹
11.1.10.	1,5 мкм
11.1.11.	60
11.1.12.	0,994 мкм
11.1.13.	3,7·10 ⁻³⁶ кг
11.1.14.	2,2·10 ⁻³⁶ кг
11.1.15.	6,62·10 ⁻²⁵ Па·с
11.1.16.	1400 м/с
11.1.17.	2,4·10 ⁻¹² м
11.1.18.	990 нм
11.1.19.	2,52·10 ¹⁸
11.1.20.	2,9 кВт
11.1.21.	10 кВт
11.1.22.	57 кВт
11.1.23.	6·10 ²⁰
11.1.24.	116,2 мин.
11.1.25.	2,48 эВ
11.1.26.	60%
11.1.27.	1,7·10 ¹⁵
11.1.28.	2,7·10 ¹⁷
11.1.29.	(3·10 ⁻⁹) °C
11.1.30.	56·10 ¹⁷
11.1.31.	150 Вт/м ²
11.1.32.	0,55 нм
11.1.33.	40 Вт
11.1.34.	1 мПа
11.1.35.	13 мкПа
11.1.36.	4,6 мкПа
11.1.37.	6,63 мкПа
11.1.38.	2 мА

11.1.39.	~1,6 эВ
11.1.40.	0,376 мкм
11.1.41.	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
11.1.42.	2 E / ct
11.1.43.	h N c / P t
11.1.44.	P t / c
11.1.45.	Инфракрасное
11.1.46.	0,662 мкм – ви- димый свет
11.1.47.	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг – электрон
11.2.	
11.2.1.	0,622 мкм
11.2.2.	$1,24 \cdot 10^{15}$ Гц
11.2.3.	2,1 эВ
11.2.4.	557 нм
11.2.5.	0,260 мкм
11.2.6.	$7,68 \cdot 10^{-19}$ Дж
11.2.7.	$6,98 \cdot 10^{-19}$ Дж
11.2.8.	0,292 мкм
11.2.9.	$3,744 \cdot 10^{-19}$ Дж
11.2.10.	$7,2 \cdot 10^{-19}$ Дж
11.2.11.	2
11.2.12.	1,34 эВ
11.2.13.	1,03 эВ
11.2.14.	$5,1 \cdot 10^{-19}$ Дж
11.2.15.	$4,8 \cdot 10^{15}$ Гц
11.2.16.	$3 \cdot 10^{-19}$ Дж
11.2.17.	0,083 мкм
11.2.18.	2,3 эВ
11.2.19.	$5,15 \cdot 10^{-19}$ Дж
11.2.20.	$19,2 \cdot 10^{-19}$ Дж
11.2.21.	3 В
11.2.22.	$0,9 \cdot 10^{15}$ Гц
11.2.23.	1,76 В
11.2.24.	0,8 мкм
11.2.25.	1,74 В
11.2.26.	0,157 мкс
11.2.27.	1,74 В
11.2.28.	2 В
11.2.29.	5,43 мкКл
11.2.30.	18 пКл

11.2.31.	27 пКл
11.2.32.	$8 \cdot 10^{-25}$ Н·с
11.2.33.	$3,4 \cdot 10^{-25}$ Н·с
11.2.34.	12,5 нПа
11.2.35.	$5,36 \cdot 10^{-19}$ Дж
11.2.36.	$1,44 \cdot 10^{-19}$
11.2.37.	$q_2 = 4 q_1$
11.2.38.	450 нм
11.3.	
11.3.1.	124 кВ
11.3.2.	100 пм
11.3.3.	2070 В
11.3.4.	0,08%
11.4.	
11.4.1.	240 нм
11.4.2.	10^{-18} Дж
11.4.3.	600 нм
11.4.4.	0,656 мкм
11.4.5.	$3 \cdot 10^{-19}$ Дж
11.4.6.	820 км/с
11.4.7.	2700
11.4.8.	$2,18 \cdot 10^8$ м/с
11.4.9.	1 мА
11.4.10.	$11,52 \cdot 10^{-19}$ Дж
11.4.11.	50 мкм
11.4.12.	3,4 эВ
11.4.13.	На вторую
11.4.14.	$E_2 = E_1 / 4$
11.4.15.	$E_2 = E_1 / 4$
11.4.16.	5
11.4.17.	3
11.4.18.	1
11.4.19.	1
11.5.	
11.5.1.	1,67
11.5.2.	0,1 мг
11.5.3.	$10,5 \cdot 10^{-31}$ кг
11.5.4.	1,5
11.5.5.	$2,82 \cdot 10^8$ м/с
11.5.6.	1,34 кг
11.5.7.	$1,8 \cdot 10^8$ м/с

11.5.8.	~4
11.5.9.	$3,6 \cdot 10^{-22}$ Н·с
11.5.10.	$2 \cdot 10^{-22}$ Н·с
11.5.11.	$m_0 c \sqrt{3}$
11.5.12.	0,45 МэВ
11.5.13.	30 лет
11.5.14.	4
11.5.15.	0,943
11.5.16.	10^{-16} кг
11.5.17.	100 мг
11.5.18.	3 т
11.5.19.	$2,33 \cdot 10^{-6}$ мг
11.5.20.	$3 \cdot 10^6$ кг
11.5.21.	233 мг
11.5.22.	$28,8 \cdot 10^{-6}$ мг
11.5.23.	$7,5 \cdot 10^{12}$ лет
11.5.24.	266 Мм/с
11.5.25.	$2,4 \cdot 10^8$ м/с
11.5.26.	510 кВ
11.5.27.	2 МэВ
11.5.28.	5,12 МэВ
11.5.29.	5110 кВ
11.5.30.	1,5
11.5.31.	$2,98 \cdot 10^8$ м/с
11.5.32.	$2 \sqrt{2} \cdot 10^8$ м/с
11.6.	
11.6.1.	29
11.6.2.	2
11.6.3.	7
11.6.4.	146
11.6.5.	8; 10
11.6.6.	10; 9
11.6.7.	10
11.6.8.	16
11.6.9.	$75,2 \cdot 10^{-19}$ Кл
11.6.10.	$134,4 \cdot 10^{-19}$ Кл
11.6.11.	$3 \cdot 10^{21}$ зарядов электрона
11.6.12.	1 н^3
11.6.13.	8,1 мг
11.6.14.	$6,04 \cdot 10^{-14}$ м
11.6.15.	3

11.7.	
11.7.1.	${}_{84}\text{Po}^{222}$
11.7.2.	${}_{92}\text{U}^{234}$
11.7.3.	${}_{55}\text{Cs}^{133}$
11.7.4.	143
11.7.5.	α -частица
11.7.6.	20
11.7.7.	${}_{92}\text{U}^{234}$
11.7.8.	${}_{84}\text{Pb}^{215}$
11.7.9.	${}_{2}\text{He}^4$
11.7.10.	124
11.7.11.	1
11.7.12.	5
11.7.13.	5
11.7.14.	6
11.7.15.	5
11.7.16.	${}_{94}\text{Pu}^{234}$
11.7.17.	2 e
11.8.	
11.8.1.	~70 сут
11.8.2.	200 лет
11.8.3.	5000
11.8.4.	$2,5 \cdot 10^9$
11.8.5.	1600 лет
11.8.6.	~75%
11.8.7.	3200 лет
11.8.8.	16 710 лет
11.8.9.	250 г
11.8.10.	96 часов
11.8.11.	270 суток
11.8.12.	29%
11.8.13.	$750 \cdot 10^3$
11.8.14.	$1,9 \cdot 10^{19}$
11.8.15.	0,16
11.8.16.	2 Т
11.8.17.	120 час
11.8.18.	3,5 г
11.8.19.	100 минут
11.8.20.	$64,6^0 \text{C}$
11.9.	
11.9.1.	${}_{1}\text{H}^1$

11.9.2.	α -частица
11.9.3.	${}_{0}\text{n}^1$
11.9.4.	${}_{26}\text{Fe}^{55}$
11.9.5.	α -частица
11.9.6.	${}_{2}\text{He}^4$
11.9.7.	${}_{6}\text{C}^{14}$
11.9.8.	${}_{0}\text{n}^1$
11.9.9.	${}_{4}\text{Be}^7$
11.9.10.	${}_{7}\text{N}^{15}$
11.9.11.	$2 \cdot {}_{-1}\beta^0$
11.9.12.	$3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл
11.9.13.	6
11.9.14.	104
11.9.15.	34
11.9.16.	2,22 МэВ
11.9.17.	$1,6 \cdot 10^{22} \text{c}^{-1}$
11.9.18.	$1,638 \cdot 10^{-13}$ Дж
11.10.	
11.10.1.	$8,2 \cdot 10^{14}$ Дж
11.10.2.	$3,1 \cdot 10^{10}$
11.10.3.	$1,64 \cdot 10^{13}$ Дж
11.10.4.	235 г
11.10.5.	$82 \cdot 10^{13}$ Дж
11.10.6.	188 МэВ
11.10.7.	5,335 кг
11.10.8.	4,74 г
11.10.9.	$3,2 \cdot 10^{19}$ Дж
11.10.10.	17,3 МэВ
11.10.11.	56 МВт
11.10.12.	$8,2 \cdot 10^{10}$ Дж

СОДЕРЖАНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ</u>	3
<u>1. КИНЕМАТИКА</u>	5
1.1. Путь, перемещение, скорость, ускорение	5
1.2. Прямолинейное равномерное движение	5
1.3. Прямолинейное равноускоренное движение	6
1.4. Свободное падение тел. Движение тела, брошенного вертикально	10
1.5. Движение тела, брошенного горизонтально	13
1.6. Движение тела, брошенного под углом к горизонту	13
1.7. Относительность движения	15
1.8. Движение по окружности	17
<u>2. ДИНАМИКА, ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ</u>	19
2.1. Сила, импульс, законы Ньютона	19
2.2. Неподвижный блок	25
2.3. Наклонная плоскость	26
2.4. Центростремительное ускорение	28
2.5. Закон всемирного тяготения	31
2.6. Упругая сила	32
2.7. Работа, мощность, энергия	33
2.8. Законы сохранения энергии и импульса	37
2.9. Абсолютно упругий удар	41
2.10. Абсолютно неупругий удар	41
<u>3. СТАТИКА</u>	44
3.1. Равновесие тел	44
3.2. Давление в жидкостях и газах	48
3.3. Закон Архимеда	49
3.4. Поверхностные явления	53
<u>4. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА</u>	53
4.1. Элементы молекулярной физики. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории	53
4.2. Уравнение Клапейрона – Менделеева	57
4.3. Изопроцессы	65
4.4. Влажность	69
<u>5. ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ</u>	70
5.1. Изменение внутренней энергии тела при теплообмене. Теплота сгорания топлива	70
5.2. Фазовые переходы	74
5.3. Изменение внутренней энергии тела при совершении работы	76
5.4. Внутренняя энергия идеального газа. Работа газа при изменении объема	78
5.5. Первый закон термодинамики. Тепловой двигатель	81

6.	<u>ЭЛЕКТРОСТАТИКА</u>	85
6.1.	ЗАКОН КУЛОНА	85
6.2.	НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ	88
6.3.	ПОТЕНЦИАЛ. РАЗНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛОВ. РАБОТА СИЛ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ.....	92
6.4.	ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ. ПЛОСКИЙ КОНДЕНСАТОР. СОЕДИНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ. ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ	97
7.	<u>ПОСТОЯННЫЙ ТОК</u>	102
7.1.	ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЦЕПИ. СОПРОТИВЛЕНИЕ.....	102
7.2.	ЗАКОН ОМА ДЛЯ ПОЛНОЙ ЦЕПИ	104
7.3.	ТОК В ЖИДКОСТЯХ И ГАЗАХ	108
7.4.	РАБОТА И МОЩНОСТЬ ТОКА	110
7.5.	АМПЕРМЕТР И ВОЛЬТМЕТР В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ. ШУНТЫ И ДОБАВОЧНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ	114
8.	<u>МАГНИТНОЕ ПОЛЕ</u>	117
8.1.	СИЛА АМПЕРА	117
8.2.	СИЛА ЛОРЕНЦА	119
8.3.	МАГНИТНЫЙ МОМЕНТ. МАГНИТНЫЙ ПОТОК	121
8.4.	ЭДС ИНДУКЦИИ	122
8.5.	САМОИНДУКЦИЯ	129
8.6.	ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ.....	130
9.	<u>КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ</u>	130
9.1.	МЕХАНИЧЕСКИЕ ГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ	130
9.2.	МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК.....	132
9.3.	ПРУЖИННЫЙ МАЯТНИК	134
9.4.	ЭНЕРГИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ	135
9.5.	МЕХАНИЧЕСКИЙ РЕЗОНАНС	136
9.6.	МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ	136
9.7.	КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР.....	138
9.8.	ЗАТУХАЮЩИЕ КОЛЕБАНИЯ	140
9.9.	ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ	140
9.10.	ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК	140
9.11.	ТРАНСФОРМАТОРЫ.....	141
9.12.	РЕЗОНАНС В КОЛЕБАТЕЛЬНОМ КОНТУРЕ	142
9.13.	ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ.....	143

10. ОПТИКА	143
10.1. ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА.....	143
10.2. ПОКАЗАТЕЛЬ ПРЕЛОМЛЕНИЯ И СКОРОСТЬ СВЕТА.....	145
10.3. ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА.....	146
10.4. ПОЛНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ОТРАЖЕНИЕ.....	149
10.5. ЛИНЗЫ.....	150
10.6. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА.....	155
10.7. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА.....	156
11. КВАНТЫ, АТОМ, АТОМНОЕ ЯДРО	158
11.1. ЭНЕРГИЯ, МАССА, ИМПУЛЬС ФОТОНА. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА.....	158
11.2. ФОТОЭФФЕКТ.....	161
11.3. РЕНТГЕНОВСКИЕ ЛУЧИ.....	163
11.4. СТРОЕНИЕ АТОМА.....	164
11.5. ВЗАИМОСВЯЗЬ МАССЫ И ЭНЕРГИИ.....	165
11.6. СТРОЕНИЕ ЯДРА.....	166
11.7. РАДИОАКТИВНЫЙ РАСПАД.....	167
11.8. ЗАКОН РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА.....	168
11.9. ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ.....	169
11.10. РЕАКЦИИ ДЕЛЕНИЯ И СИНТЕЗА.....	170
12. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПО ФИЗИКЕ	172
13. ПРОГРАММА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПО ФИЗИКЕ	175
13.1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ.....	175
13.2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА.....	176
13.3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ.....	176
13.4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ.....	178
13.5. ОПТИКА.....	179
13.6. КВАНТОВАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА.....	179
13.7. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА.....	179
14. ОТВЕТЫ	180

