

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

Сборник задач по физике

*Рекомендовано к печати Советом
Брестского государственного технического университета*

Издание 2-ое, дополненное

БРЕСТ 2013

УДК 538.91, 548.73,378.147:53
ББК 74.265.1 я 73
я 65

Рецензент: Секержицкий В.С., к.ф.-м.н., доцент «БрГУ им. А.С. Пушкина»

Янусик И.С., Кушнер Т.Л., Яромская Л.Н.
Я65 Сборник задач по физике. – Брест, из-во БрГТУ, 2012. – 84 с.

ISBN 978-985-493-268-2

Сборник задач по физике составлен в соответствии с программой по физике для поступающих в высшие учебные заведения. Предлагаемые задачи призваны закрепить базовые знания абитуриентов по физике. Основная цель – привить необходимые навыки к решению элементарных физических задач и закрепить теоретический материал. Задачи, обозначенные звездочкой, позволяют развить практику в математических вычислениях. В сборник включен справочный материал, необходимый для решения задач.

Сборник предназначен для самостоятельной работы слушателей факультета довузовской подготовки на аудиторных занятиях и дома, абитуриентов, готовящихся к централизованному тестированию по физике.

УДК 538.91, 548.73,378.147:53
ББК 74.265.1 я 73

ISBN 978-985-493-268-2

© Коллектив авторов, 2013
© Из-во БрГТУ, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| От авторов | 4 |
| 1. Кинематика | |
| Равномерное движение. Равнопеременное прямолинейное движение | 5 |
| Свободное падение тел. Движение тела, брошенного вертикально вверх, горизонтально | 9 |
| Движение материальной точки по окружности с постоянной по модулю линейной скоростью | 11 |
| 2. Динамика материальной точки | |
| Законы Ньютона | 12 |
| Импульс. Закон сохранения импульса | 15 |
| Механическая работа. Мощность..... | 17 |
| Энергия. Закон сохранения механической энергии | 19 |
| 3. Статика | 21 |
| 4. Гидростатика | 23 |
| 5. Механические колебания и волны | 25 |
| 6. Молекулярная физика и термодинамика | |
| Основы молекулярно-кинетической теории строения вещества. Идеальный газ | 28 |
| Термодинамика. Циклические процессы | 30 |
| Тепловые процессы | 33 |
| 7. Электродинамика | |
| Электростатика | 35 |
| Конденсаторы | 39 |
| Законы постоянного тока | 41 |
| Магнитное поле тока. Сила Ампера. Сила Лоренца | 45 |
| Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля | 48 |
| Электромагнитные колебания в контуре | 51 |
| Переменный электрический ток | 53 |
| 8. Оптика | |
| Геометрическая оптика | 55 |
| Волновая оптика | 57 |
| 9. Основы специальной теории относительности | 60 |
| 10. Основы квантовой физики | 61 |
| 11. Физика атома | 63 |
| 12. Атомное ядро и элементарные частицы | 65 |
| 13. Приложения | 68 |
| 14. Литература | 76 |

От авторов

Настоящий сборник предназначен для слушателей факультета довузовской подготовки. Он содержит задачи по всем разделам курса элементарной физики. В сборник помещены задачи, апробированные авторами в учебном процессе. Составители сборника широко использовали материал, имеющийся в методической литературе и задачниках по физике, список которых приводится в конце пособия. Выбирали задачи наиболее простые и понятные для обучающихся. Простые задачи, для решения которых требуется применить лишь одну формулу, предшествуют более сложным (помечены звёздочкой), решение которых основано на применении двух и более формул. Задачи со звёздочкой призваны развить навык математических вычислений, который необходим абитуриентам при решении тестов. Авторы надеются, что решение простых заданий будет способствовать лучшему запоминанию физических формул, привьёт любовь к физике и будет стимулировать обучающихся к решению более сложных и интересных задач. Порядок расположения задач в сборнике соответствует последовательности изложения материала по физике на факультете довузовской подготовки Брестского государственного технического университета. Числовые значения искомых величин получены с учётом правил приближённых вычислений, которые приведены в конце сборника, в приложении. Единицы измерений физических величин выдержаны в системе СИ.

В начале каждого раздела для удобства обучающихся приведен ряд необходимых для решения формул. Рядом с каждой задачей имеется ответ. В конце сборника приведены справочные данные по физике и элементарной математике.

Авторы надеются, что сборник будет полезен не только слушателям подготовительных отделений, но и лицам, самостоятельно готовящимся к централизованному тестированию или к письменному вступительному экзамену по физике в высшее учебное заведение, а также учителям и репетиторам физики.

Кинематика

Равномерное прямолинейное движение

| | |
|---|---|
| $\vec{S} = \vec{V} \cdot t$ | – перемещение тела за время t ; $\vec{V} = const$ – вектор скорости тела S_x и V_x – проекции перемещения и скорости на ось OX; |
| $S_x = V_x \cdot t$ | |
| $\vec{V} = const = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1}$ | – вектор скорости, где \vec{r}_2 – радиус-вектор, указывающий положение тела в момент времени t_2 , \vec{r}_1 – радиус-вектор, указывающий положение тела в момент времени t_1 |
| $L = \vec{V} \cdot t = V \cdot t$ | – путь за время t ; V – модуль скорости тела |
| $x = x_0 + V_x t$ | – уравнение движения, где x_0 – начальная координата тела в момент времени $t = 0$; x – координата тела в момент времени t |
| $\vec{V} = \vec{V}' + \vec{U}$ | – закон сложения скоростей, где \vec{V} и \vec{V}' – скорости тела относительно неподвижной и подвижной системы отсчёта соответственно; \vec{U} – скорость подвижной системы отсчёта относительно неподвижной |

Равнопеременное прямолинейное движение

| | |
|---|--|
| $\vec{a} = const = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t_2 - t_1}$ | – ускорение тела; \vec{V}_2 – конечная скорость; \vec{V}_1 – начальная скорость; $t_2 - t_1$ – интервал (промежуток) времени |
| $\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t$ | – скорость тела в момент времени t ; \vec{V}_0 – начальная скорость |
| $V_x = V_{0x} + a_x t$ | – проекция скорости тела в момент времени t ; V_x, V_{0x}, a_x – проекции скорости и ускорения на ось OX |
| $\vec{S} = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$ | – перемещение тела за время t |
| $S_x = V_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ | – проекция перемещения тела на ось OX |
| $V_x^2 = V_{0x}^2 + 2a_x S_x$ | – скорость тела через расстояние S_x |
| $x = x_0 + V_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ | – уравнение движения; x_0 – начальная координата тела; x – координата тела в момент времени t |

1. Тело движется в положительном направлении оси X со скоростью $V = 3$ м/с. В начальный момент времени x -координата тела равна $x_0 = 5$ м. Определить x -координату тела спустя $t = 4$ с после начала отсчета времени.

2. Координата тела при движении вдоль оси X меняется по закону $x = (4 + 2t)$ м, где t – время в секундах. За какое время тело проходит путь $L = 9$ м?

3. Два велосипедиста стартуют одновременно на дистанции $S = 2,2$ км. Средняя путевая скорость первого велосипедиста равна $V_1 = 10$ м/с, второго – $V_2 = 11$ м/с. На сколько секунд второй велосипедист опередит первого?

4. Первые $t_1 = 2$ с после начала отсчета времени тело движется со скоростью $V_1 = 5$ м/с, а затем в течение $t_2 = 3$ с – со скоростью $V_2 = 7$ м/с. Определить среднюю скорость тела.

5. Автомобиль проходит по проселочной дороге $S_1 = 150$ км за $t_1 = 4$ ч, а оставшиеся $S_2 = 100$ км по шоссе – за $t_2 = 1$ ч. Определить в километрах в час среднюю скорость автомобиля.

6. Половину пути тело двигалось со скоростью $V_1 = 12$ м/с, а оставшийся путь – со скоростью $V_2 = 8$ м/с. Определить среднюю скорость тела.

7. Одну треть времени автомобиль двигался со скоростью $V_1 = 60$ км/ч, вторую треть – со скоростью $V_2 = 30$ км/ч, а остальное время стоял. Определить в километрах в час среднюю скорость автомобиля.

8. Три четверти своего пути велосипедист проехал со скоростью V , а остальную часть пути – со скоростью $3V$. Определить среднюю скорость велосипедиста.

9. Сколько времени пассажир, сидящий у окна поезда, который идет со скоростью $V_1 = 54$ км/ч, будет видеть проходящий мимо него встречный поезд, скорость которого $V_2 = 36$ км/ч, а длина $L = 0,25$ км?

10. Скорость лодки, плывущей по течению реки, равна $V_1 = 6$ м/с относительно берега. Определить скорость течения, если скорость лодки в стоячей воде в 2 раза больше скорости течения.

11. Материальная точка движется прямолинейно вдоль оси X по закону $x = 9 - 0,5 t^2$, где x – координата в метрах, t – время в секундах. Определить модуль скорости точки в момент времени $t = 1$ с.

12. Трогаясь с места, автомобиль движется равноускоренно и достигает скорости $V = 5$ м/с. Определить среднюю скорость автомобиля за время набора скорости.

13. Материальная точка движется вдоль оси X по закону: $x = 3 + 2t$ м/с – $1,5 t^2$, где x – расстояние в метрах, t – время в секундах. Определить модуль ускорения точки.

14. Материальная точка движется вдоль оси X по закону $x = 2(5 + t)^2$ м, где t – время в секундах. Определить модуль начальной скорости точки.

15. Проекция скорости тела на ось X при движении вдоль оси X меняется по закону $V_x = (4 - 2t)$ м/с, где t – время в секундах. В какой момент времени движение тела становится равноускоренным?

16. Автомобиль, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, преодолел за $t = 10$ с расстояние $S = 100$ м. Найти ускорение автомобиля.

17. Тело движется равноускоренно из состояния покоя. Во сколько раз путь, пройденный телом за вторую секунду движения, больше пути, пройденного за первую секунду?

18. Тело движется равнозамедленно с ускорением $a = 2$ м/с² и начальной скоростью $V_0 = 4$ м/с. Определить модуль скорости тела после прохождения им $L = 3$ м пути.

19. Тело, двигаясь равнозамедленно, к концу второй секунды после начала отсчета времени имело скорость $V = 2$ м/с и прошло путь $S = 10$ м. Определить модуль ускорения тела.

20. Тело движется равнозамедленно с начальной скоростью $V = 10$ м/с и постоянным ускорением $a = 2$ м/с². Определить время движения тела до остановки.

21. Скорость тела при равноускоренном движении меняется от $V_1 = 3$ м/с до $V_2 = 9$ м/с. За какое время скорость изменилась, если ускорение тела равно $a = 3$ м/с²?

22. Автомобиль, движущийся прямолинейно со скоростью $V = 20$ м/с, начал тормозить с ускорением $a = 4$ м/с². Какой путь пройдет автомобиль с момента начала торможения до остановки?

23. Тело соскальзывает по наклонной плоскости, проходя за $t = 10$ с путь $S = 2$ м. Начальная скорость тела равна нулю. Считая движение равноускоренным, определить модуль ускорения тела.

24. Скорость автомобиля, движущегося равноускоренно с ускорением $a = 2$ м/с², возросла с $V_1 = 10$ м/с до $V_2 = 14$ м/с. Определить путь, пройденный автомобилем за время указанного изменения скорости.

25. При равнозамедленном движении скорость тела за $t = 2$ с уменьшается с $V_1 = 5$ м/с до $V_2 = 2$ м/с. Определить модуль ускорения тела.

26. В момент начала отсчета времени тело движется со скоростью $V = 5$ м/с и ускорением $a = 2$ м/с². Считая движение равнозамедленным, определить, за какой промежуток времени тело пройдет путь, равный $S = 4$ м.

27. Трогаясь с места, автомобиль движется равноускоренно и к концу второй секунды движения приобретает скорость $V = 3$ м/с. Определить модуль ускорения автомобиля.

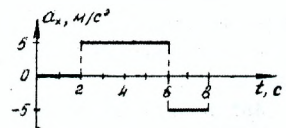
28. Тело движется равнозамедленно с начальной скоростью $V_0 = 6$ м/с и ускорением $a = 2$ м/с². Какой путь пройдет тело за $t = 2$ с после начала отсчета времени?

29*. В осях (t, V) , где t – время в секундах, а V – скорость в метрах в секунду, зависимость модуля скорости тела от времени имеет вид прямой, соединяющей точки $(0; 3)$ и $(2; 9)$. Какой путь проходит тело за промежуток времени от $t_1 = 0$ с, до $t_2 = 2$ с?

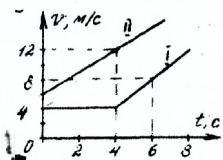
30*. В осях (t, x) , где t – время в секундах, x – в метрах, график x -координаты тела изображается прямой, проходящей через точки $(0; 6)$ и $(3; 0)$. Определить проекцию скорости тела на ось X .

31*. График зависимости скорости от времени для первого тела изображается прямой, проходящей через точки $(0; 0)$ и $(4; 4)$, а второго – через точки $(0; 4)$ и $(3; 5)$ (время – в секундах, скорость – в метрах в секунду). Во сколько раз отличаются модули ускорения первого и второго тел?

32. На рисунке дан график зависимости проекции ускорения тела от времени. Определить характер движения в отдельные интервалы времени. Построить графики зависимости проекции скорости, перемещения от времени, а также график пути. Начальная скорость тела равна 0.



33. На рисунке даны графики скоростей для двух материальных точек, которые движутся по одной прямой из одного и того же начального положения, в одном направлении. Найти расстояние между точками через 10 с от начала движения.



34*. Две автомашины движутся по дороге с постоянными

скоростями $V_1 = 10$ м/с и $V_2 = 15$ м/с. Начальное расстояние между машинами равно $S = 1$ км. За сколько секунд вторая машина догонит первую?

35*. Первую половину времени движения вертолет перемещался на север со скоростью $V_1 = 30$ м/с, а вторую половину времени – на восток со скоростью $V_2 = 40$ м/с. Определить разность между средней путевой скоростью и модулем скорости перемещения.

36*. Двигаясь вниз по течению, катер проходит относительно берега $S = 96$ м за $t_1 = 10$ с. Это же расстояние вверх по течению катер проходит за $t_2 = 15$ с. Определить модуль скорости катера относительно воды.

37*. Пловец переплывает реку, двигаясь относительно воды со скоростью $V = 0,4$ м/с перпендикулярно берегу. Определить модуль скорости пловца относительно берега, если скорость течения реки равна $V_T = 0,3$ м/с.

38*. Пловец переплывает реку по прямой, перпендикулярной к берегу. Определить скорость течения, если модуль скорости пловца относительно воды в $\sqrt{2}$ раз больше скорости течения. Модуль скорости пловца относительно берега равен $V = 0,5$ м/с.

39*. Первое тело движется вдоль положительного направления оси X со скоростью $V_1 = 5$ м/с, а второе – в отрицательном направлении оси X со скоростью $V_2 = 3$ м/с. Определить модуль скорости второго тела относительно первого.

40*. Теплоход движется со скоростью $V_T = 10$ м/с вдоль берега озера, а моторная лодка движется перпендикулярно берегу. Определить скорость моторной лодки относительно воды, если ее скорость относительно теплохода равна $V_m = 20$ м/с.

41*. Материальная точка движется по прямой, совпадающей с осью X . Проекция вектора скорости точки на ось X меняется по закону $v = (14 - 3t)$ м/с, где t – время в секундах. Определить модуль перемещения точки за время от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 3$ с.

42*. При движении материальной точки вдоль прямой проекция вектора скорости на направление движения меняется по закону: $v = (4 - 2t)$ м/с, где t – время в секундах. Определить путь, пройденный точкой за интервал времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 5$ с.

43*. За третью секунду равнозамедленного движения модуль скорости тела уменьшился на $\Delta V = 1,2$ м/с и стал равным $V = 8$ м/с. Определить модуль начальной скорости тела.

44*. К концу первой секунды равнозамедленного движения модуль скорости тела равен $V_1 = 2$ м/с, а к концу второй – $V_2 = 1$ м/с. Какой путь проходит тело от момента начала движения до остановки?

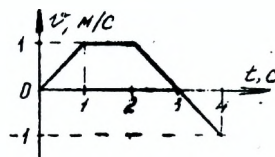
45*. Велосипедист движется по прямой дороге со скоростью $V = 36$ км/ч. В тот момент, когда велосипедист поравнялся с покоящейся машиной, она начала двигаться равноускоренно. Определить модуль скорости машины, когда она догонит велосипедиста.

46*. Тело движется прямолинейно с ускорением $a = 4$ м/с². Начальная скорость тела равна $V_0 = 14$ м/с. Какой путь проходит тело за третью секунду своего движения? Вектор ускорения сонаправлен с вектором скорости тела.

47*. Тело движется равноускоренно из состояния покоя. Во сколько раз путь, пройденный телом за одиннадцатую секунду, больше пути, пройденного за третью секунду?

48*. Зависимость x -координаты движущегося тела от времени выражается уравнением $x(t) = 6 - 3t + 2t^2$ (x – в метрах, t – в секундах). Определить среднюю путевую скорость тела в интервале времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 4$ с.

49*. На рисунке дан график зависимости скорости материальной точки от времени. Начертить графики зависимости ускорения и координаты точки, а также пройденного пути от времени.



50*. Стоя на ступеньке эскалатора метро, пассажир съезжает вниз за $t_1 = 30$ с, а по неподвижному эскалатору он спускается за $t_2 = 20$ с. За какое время спустится пассажир по движущемуся вниз эскалатору?

Свободное падение тел. Движение тела, брошенного вертикально, горизонтально

| | |
|--|---|
| $\vec{g} = const$ | – ускорение свободного падения. (Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$). |
| $V_y = V_{0y} + g_y t$ | – проекция скорости тела в момент времени t ; V_{0y} , g_y – проекции начальной скорости и ускорения на ось OY |
| $y = y_0 + V_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2}$ | – уравнение движения, где y_0 – начальная координата |
| $t = \frac{V_{0y}}{g}$ | – время подъёма на максимальную высоту |
| $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ | – время падения тела на землю с высоты h над её поверхностью без начальной скорости |
| $h_{\max} = \frac{V_0^2}{2g}$ | – максимальная высота подъёма |

1*. Свободно падающий камень пролетел последние три четверти пути за $t = 1 \text{ с}$. С какой высоты падал камень, если его начальная скорость равна нулю? Сопротивление воздуха не учитывать.

2*. Материальная точка при свободном падении за последнюю секунду прошла половину всего пути. Найти время падения.

3*. С какой по модулю начальной скоростью нужно бросить камень с башни высотой $h = 20 \text{ м}$ в горизонтальном направлении, чтобы он упал на землю на расстоянии $S = 30 \text{ м}$ от основания башни? Сопротивлением воздуха пренебречь.

4*. Тело свободно упало на землю с высоты $h = 50 \text{ м}$. Чему равна скорость тела в момент падения? Сколько времени падало тело?

5. Тело, брошенное с высоты $h = 40 \text{ м}$, упало на землю через $t = 2 \text{ с}$. С какой начальной скоростью тело брошено вниз?

6*. Тело свободно падало с высоты $h = 80 \text{ м}$, имея начальную скорость $V_0 = 2 \text{ м/с}$. Сколько времени падало тело? Чему равна средняя скорость падения?

7*. Тело свободно падало с высоты $h = 40 \text{ м}$ без начальной скорости. На какой высоте его скорость будет вдвое меньше, чем в момент падения на землю?

8. Тело брошено вертикально вверх со скоростью $V_0 = 30 \text{ м/с}$. Через сколько времени тело будет на высоте 20 м ? До какой максимальной высоты поднимется тело?

9*. Тело, брошенное с поверхности Земли вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 30 \text{ м/с}$, дважды побывало на высоте $h = 40 \text{ м}$. Какой промежуток времени разделяет эти два события? Сопротивлением воздуха пренебречь.

10*. Тело, брошенное вертикально вверх с поверхности Земли, упало на землю через $t = 4 \text{ с}$. На какую максимальную высоту поднялось тело? Сопротивление воздуха не учитывать.

11*. Камень брошен с башни с начальной скоростью $V_0 = 8 \text{ м/с}$ в горизонтальном направлении. Спустя какое время, после начала движения его скорость станет по модулю равной $V = 10 \text{ м/с}$? Сопротивлением воздуха пренебречь.

12*. За последнюю секунду тело, которое свободно падает, пролетело $\frac{1}{4}$ всего пути. Найти время падения тела.

13. Мяч бросили с земли вертикально вверх. Через $t = 3$ с он упал на землю. Найти скорость мяча в момент падения на землю.

14. Вертолёт опускается со скоростью $V = 5$ м/с. С вертолёта, когда он находился на высоте $h = 30$ м, упал камень. Найти время падения камня.

15*. Тело брошено вертикально вверх со скоростью $V_0 = 30$ м/с. За какое время от момента бросания тело пройдет путь, равный $L = 50$ м? Сопротивлением воздуха пренебречь.

16*. Тело поднимают с земли на верёвке с ускорением $a = 2$ м/с², направленным вертикально вверх. Через $t = 5$ с верёвка оборвалась. Найти время падения тела на землю.

17*. Тело свободно падает с высоты $h = 270$ м. Время падения разделили на три равных отрезка. Определить пути, пройденные телом, за каждый промежуток времени.

18*. Во сколько раз путь, пройденный свободно падающим телом за четвёртую секунду, больше, чем путь, пройденный за предыдущую секунду?

19*. Тело бросили вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 24$ м/с. Какой путь пройдёт тело за $t = 4$ с?

20*. Тело бросили вертикально вниз. Через $t_1 = 1$ с скорость тела увеличилась в 6 раз. Во сколько раз увеличится его скорость через $t_2 = 2$ с после того, как тело бросили.

21*. Тело бросили горизонтально со скоростью $V_0 = 39,2$ м/с. Найти скорость тела через $t = 3$ с его полёта.

22*. Камень бросили горизонтально. Через $t = 3$ с его скорость была направлена под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Найти начальную скорость камня.

23*. Тело брошено вертикально вверх со скоростью $V_0 = 20$ м/с. На какой высоте его скорость уменьшится в четыре раза и через сколько времени это случится?

24*. Тело брошено вертикально вверх со скоростью $V_0 = 28$ м/с. Через сколько времени оно достигнет высоты, равной половине максимальной? Сопротивлением воздуха пренебречь.

25*. Камень брошен с башни с начальной скоростью $V_0 = 8$ м/с в горизонтальном направлении. Спустя какое время, после начала движения его скорость станет по модулю равной $V = 10$ м/с? Сопротивлением воздуха пренебречь.

26*. Спортсмен прыгает с вышки в воду. На сколько времени Δt сопротивление воздуха увеличивает время падения спортсмена, если высота вышки $H = 10$ м, а время падения $t = 1,8$ с?

27*. Тело брошено вертикально вверх со скоростью $V_0 = 30$ м/с. За какое время от момента бросания тело пройдет путь, равный $L = 50$ м? Сопротивлением воздуха пренебречь.

28*. Тело, брошенное вертикально вверх, побывало на высоте $h = 45$ м с интервалом $\Delta t = 8$ с. Определить модуль начальной скорости тела. Сопротивлением воздуха пренебречь.

29*. Тело бросили горизонтально с высоты $h = 20$ м. Траектория его движения описывается уравнением $y = 20 - 0,05x^2$. Найти начальную скорость, с которой бросили тело.

30*. Тело брошено горизонтально с высокой башни. Через 3 секунды его скорость направлена под углом $\theta = 60^\circ$ к горизонту. Найти модуль скорости тела в этот момент времени. Найти модуль начальной скорости тела.

Движение по окружности (с постоянной по модулю линейной скоростью)

| | |
|--|--|
| $V = \frac{l}{t}$ | – линейная скорость тела, где l – длина дуги, которую описало тело (или материальная точка) за время t |
| $\omega = \frac{\varphi}{t}$ | – угловая скорость тела, где φ – угол поворота радиуса за время t |
| $V = \omega \cdot R$ | – связь линейной скорости с угловой, где R – радиус окружности |
| $T = \frac{t}{N}$ | – период вращения; N – число оборотов за время t |
| $\nu = \frac{1}{T}$ | – частота вращения |
| $a_n = \frac{V^2}{R} = \omega^2 \cdot R$ | – центростремительное ускорение |

1. Тело равномерно движется по окружности радиусом $r = 2$ м с частотой $\nu = 0,5$ с⁻¹. Определить период обращения, угловую скорость, линейную скорость, модуль центростремительного ускорения тела.

2. Точка равномерно движется по окружности радиусом $r = 1,5$ м с угловой скоростью $\omega = 3$ рад/с. Определить линейную скорость точки.

3. Точка равномерно движется по окружности, совершая один оборот за время $t = \pi/2$ с. Определить угловую скорость точки.

4. Угловая скорость лопастей вентилятора $\omega = 6,28$ рад/с. Найти число оборотов N за $t = 30$ мин.

5*. При равномерном движении по окружности тело проходит $S = 5$ м за $t = 2$ с. Определить модуль центростремительного ускорения тела, если период обращения равен $T = 5$ с.

6*. Самолет летит по окружности с постоянной угловой скоростью $\omega = 0,1$ рад/с, пролетая $S = 18$ км за $t = 1$ мин. Определить модуль центростремительного ускорения самолета.

7. Во сколько раз угловая скорость часовой стрелки больше угловой скорости точного вращения Земли?

8*. Диаметр колеса машины равен $d = 1,2$ м. Колесо вращается с частотой $n = 300$ обор/мин. С какой скоростью движется колесо машины?

9*. Во сколько раз центростремительное ускорение тела на экваторе больше, чем на широте $\varphi = 60^\circ$?

10*. Радиус Земли равен $R = 6400$ км. Найти линейную скорость точек земной поверхности, находящихся на широте $\varphi = 60^\circ$.

11. Машина движется со скоростью $V = 12$ м/с. Найти модуль линейной скорости верхней точки колеса автомобиля.

12*. Колесо вращается с угловой скоростью $\omega = 3,14$ рад/с. Найти время, за которое колесо сделает $N = 50$ оборотов.

13*. Два тела равномерно движутся по окружности радиусом R . Центростремительные ускорения двух тел равны $a_{ц1} = a_{ц2}$. Найти отношение частот вращения этих тел.

14*. Автомобиль движется без проскальзывания со скоростью $V = 30$ м/с. Внешний диаметр покрышек колес равен $d = 60$ см. Сколько оборотов сделает колесо за $t = 6,28$ с?

15*. Вычислить путь, который проехал за $t = 30$ с велосипедист, двигавшийся с угловой скоростью $\omega = 0,1$ рад/с по окружности радиусом $r = 100$ м.

16*. Минутная стрелка в 3 раза длиннее секундной стрелки. Во сколько раз линейная скорость конца секундной стрелки больше линейной скорости конца минутной стрелки?

17*. Минутная стрелка часов в 3 раза длиннее, чем часовая. Во сколько раз линейная скорость конца минутной стрелки больше линейной скорости конца часовой?

18*. Во сколько раз путь, который прошёл конец часовой стрелки за $t = 3$ ч, больше его перемещения?

19*. Тело равномерно движется по окружности радиусом $r = 2$ м. Период обращения тела равен $T = 2$ с. Определить модуль вектора перемещения тела за $t = 3$ с движения.

20*. Линейная скорость точек на ободе колеса $V_1 = 10$ м/с, а точек, находящихся на $S = 20$ см ближе к центру, $- V_2 = 5$ м/с. Сколько оборотов за $t = 6,28$ с сделает колесо?

21. Две материальные точки движутся равномерно по окружностям радиусами R и $3R$ с одинаковыми центростремительными ускорениями. Определить отношение их частот вращения.

22*. Скорость точек на ободе вращающегося диска равна $V = 6,0$ м/с. Скорость точек, которые расположены на $r = 15$ см ближе к оси, равна $V_2 = 5,5$ м/с. Определить радиус диска.

23*. Диаметр колеса равен $d = 80$ см. Линейная скорость точки на ободе колеса равна $V = 4$ м/с. Найти центростремительное ускорение этой точки.

24*. Конец минутной стрелки часов на башне за $t = 1$ мин прошёл путь $S = 0,4$ м. Определить длину минутной стрелки часов.

25*. Волчок, вращаясь с частотой $\nu = 45$ с⁻¹, свободно падает с высоты $h = 2$ м без начальной скорости. Сколько оборотов N сделает волчок за время падения?

Динамика материальной точки

Законы Ньютона

| | |
|--|---|
| $m = \rho \cdot V$ | – масса однородного тела, где ρ – плотность тела; V – объём тела |
| $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$ | – равнодействующая сил $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$, действующих на материальную точку (принцип суперпозиции) |
| $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$ | – первый закон Ньютона |
| $m \cdot \vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$ | – второй закон Ньютона для случая $m = const$, где \vec{a} – ускорение материальной точки |
| $\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$ | – третий закон Ньютона, где $\vec{F}_{1,2}$, $\vec{F}_{2,1}$ – силы, действующие на материальные точки 1 и 2 при их взаимодействии |
| $ \vec{F}_{\text{упр}} = k \cdot \Delta l $ | закон Гука, где $ \Delta l $ – модуль линейной деформации пружины или тела (удлинение, сжатие), k – коэффициент жёсткости |
| $F_{\text{упр}X} = -k \cdot \Delta l_X$ | – закон Гука в проекции на ось OX |
| $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ | – закон всемирного тяготения, где F – сила притяжения тел массами m_1 и m_2 ; r – расстояние между телами |

$$g = G \frac{M_3}{R_3^2}$$

$$\vec{F} = m \cdot \vec{g}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$$

$$\vec{P} = -\vec{N}_p$$

— ускорение свободного падения на полюсе, где M_3 — масса Земли, R_3 — радиус Земли

— сила тяжести материальной точки массой m , где g — ускорение свободного падения

— сила трения скольжения, где N — сила реакции опоры; μ — коэффициент трения скольжения

— вес тела, где \vec{N}_p — сила реакции опоры

1. На тело, движущееся по горизонтальной поверхности, действуют следующие силы: сила тяжести, сила реакции опоры, сила трения, равная по модулю $F_{\text{тр}} = 6 \text{ Н}$, и сила тяги, равная по модулю $F_T = 20 \text{ Н}$ и приложенная под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Определить модуль равнодействующей силы.

2*. Если модуль равнодействующей всех сил, действующих на тело, равен $F_p = 6 \text{ Н}$, то тело движется с ускорением $a = 2 \text{ м/с}^2$. Найти вес этого тела, когда оно покоится на земле.

3*. В лифте висит на нити тело массой $m = 2 \text{ кг}$. Определить вес тела при движении лифта вверх. Модуль ускорения в начале и конце движения $a = 1 \text{ м/с}^2$.

4. На тело массой $m = 1 \text{ кг}$ действуют три силы, числовые значения которых равны $F_1 = 5 \text{ Н}$, $F_2 = 4 \text{ Н}$, $F_3 = 3 \text{ Н}$, соответственно. Определить максимальное и минимальное значения ускорения тела в инерциальной системе отсчета.

5*. С помощью лебедки, развивающей усилие $F = 5000 \text{ Н}$ в горизонтальном направлении, равномерно передвигают ящик с оборудованием вдоль горизонтальной поверхности. Коэффициент трения ящика о поверхность равен $\mu = 0,1$. Найти массу передвигаемого груза.

6. На тело массой $m = 2 \text{ кг}$, лежащее на поверхности Луны, действует сила тяжести, равная по модулю $F = 3,32 \text{ Н}$. Определить модуль ускорения свободного падения для Луны.

7. Модуль ускорения свободного падения вблизи поверхности Луны равен $g_n = 1,66 \text{ м/с}^2$. Определить модуль силы тяжести, действующей на тело на поверхности Луны, если на поверхности Земли на это тело действует сила тяжести $F_T = 100 \text{ Н}$.

8. О пружине известно, что сила $F = 50 \text{ Н}$ удлинит её на $\Delta l = 1 \text{ см}$. Найти коэффициент упругости пружины.

9*. Пружину игрушечного пистолета сжали на $\Delta l = 5 \text{ см}$. Найти модуль начального ускорения шарика массой $m = 10 \text{ г}$ при выстреле в горизонтальном направлении, если жёсткость пружины равна $k = 10 \text{ Н/м}$. Трением пренебречь.

10*. На тело массой $m = 3,0 \text{ кг}$ действует сила $F = 0,6 \text{ Н}$. С каким ускорением движется тело? Определить скорость тела в конце шестой секунды после начала движения.

11*. Тело массой $m = 5 \text{ кг}$ начинают тянуть в горизонтальном направлении с помощью пружины, коэффициент жёсткости которой равен $k = 100 \text{ Н/м}$. Определить модуль абсолютной деформации пружины к моменту начала движения тела, если коэффициент трения равен $\mu = 0,3$.

12. Шарик массой $m = 100 \text{ г}$ висит на резинке, коэффициент жёсткости которой равен $k = 1 \text{ Н/см}$. Определить модуль абсолютной деформации резинки.

13. Тело массой $m = 2 \text{ кг}$ свободно падает на планету с ускорением $a = 0,8 \text{ м/с}^2$ с некоторой высоты. Найти модуль силы, с которой планета притягивает это тело.

14*. Тело массой $m = 3 \text{ кг}$ равномерно движется со скоростью $V = 3 \text{ м/с}$ по окружности радиусом $R = 1 \text{ м}$. Определить модуль равнодействующей всех сил, действующих на тело.

15. Имеется полная цистерна нефти. Найти в тоннах массу нефти в цистерне, если её объём равен $V = 60 \text{ м}^3$, а плотность нефти равна $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$.

16. Найти плотность масла, если $m = 0,45 \text{ кг}$ масла занимает объём $V = 0,5 \text{ л}$.

17*. Под действием двух взаимно перпендикулярных сил, по модулю равных $F_1 = 3 \text{ Н}$ и $F_2 = 4 \text{ Н}$, тело из состояния покоя за $t = 2 \text{ с}$ переместилось на $s = 20 \text{ м}$ по направлению равнодействующей силы. Определить массу тела.

18*. Масса планеты в 8 раз больше массы Земли, а её радиус в 2 раза больше радиуса Земли. Определить, во сколько раз ускорение свободного падения на поверхности планеты больше, чем на поверхности Земли.

19*. Коэффициент упругости пружины, составленной из двух параллельно соединённых пружин одинаковой длины, равен $k = 450 \text{ Н/м}$. Коэффициент упругости одной из этих пружин равен $k_1 = 250 \text{ Н/м}$. Определить коэффициент упругости второй пружины.

20*. Тело движется по горизонтальной шероховатой поверхности под действием горизонтальной силы, равной $F = 50 \text{ Н}$, с ускорением $a = 2 \text{ м/с}^2$. Масса тела равна $m = 5 \text{ кг}$. Определить модуль силы трения тела о поверхность.

21*. Тело соскальзывает с вершины наклонной плоскости высотой $h = 8 \text{ м}$ и углом наклона $\alpha = 45^\circ$ за $t = 2 \text{ с}$. Определить коэффициент трения скольжения. Начальная скорость тела равна нулю.

22*. Тело движется по горизонтальной шероховатой поверхности под действием горизонтальной силы с постоянным ускорением $a = 8 \text{ м/с}^2$. Коэффициент трения тела о поверхность равен $\mu = 0,2$, а масса тела $m = 5 \text{ кг}$. Определить модуль силы, приложенной к телу в горизонтальном направлении.

23. Поезд, масса которого 4000 т , идет со скоростью 36 км/ч . Перед остановкой поезд начинает тормозить. Сила торможения $2 \cdot 10^5 \text{ Н}$. Какое расстояние пройдет поезд за 1 мин после начала торможения?

24*. Два тела, связанные невесомой и нерастяжимой нитью, движутся равномерно по горизонтальной поверхности под действием силы $F = 20 \text{ Н}$, направленной горизонтально и приложенной к одному из тел. Определить модуль силы натяжения нити, если массы тел одинаковы и равны $m = 10 \text{ кг}$.

25*. Тело массой $m = 673 \text{ г}$ начинает двигаться с ускорением $a = 1 \text{ м/с}$ по горизонтальной поверхности под действием силы, образующей с горизонтом угол $\alpha = 60^\circ$. Определить модуль этой силы, если коэффициент трения между телом и поверхностью равен $\mu = 0,2$.

26*. Два тела связаны невесомой нитью, перекинутой через блок, закреплённый на вершине гладкой наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Масса тела, находящегося на наклонной плоскости $m_1 = 1 \text{ кг}$, а масса свешивающегося тела $m_2 = 4 \text{ кг}$. Определить модуль ускорения тел.

27*. Груз массой $m = 5 \text{ кг}$, привязанный к невесомой и нерастяжимой верёвке, поднимают вертикально вверх с ускорением $a = 3 \text{ м/с}^2$. Определить модуль силы натяжения верёвки. Груз находится вблизи поверхности Земли.

28*. К покоящемуся грузу массой $m = 1 \text{ кг}$ приложена постоянная вертикальная сила, поднимающая его за $t = 1 \text{ с}$ на высоту $h = 2 \text{ м}$. Определить модуль этой силы.

29*. На расстоянии $l = 4$ см от оси горизонтально расположенного диска лежит бусинка, коэффициент трения которой о диск равен $\mu = 0,1$. Определить угловую скорость вращения диска, при которой начнётся скольжение бусинки.

30*. Автомобиль массой $m = 5$ т движется с постоянной по модулю скоростью $V = 10$ м/с по выпуклому мосту радиусом $R = 100$ м. Определить в килоньютонах максимальное значение модуля силы давления автомобиля на мост.

31. В шахту равноускоренно опускается лифт, масса которого $m = 300$ кг. В первые $t = 5$ с он проходит $h = 25$ м. Определить силу натяжения каната, к которому подвешен лифт.

32*. Вагон массой 20 т движется равнозамедленно с ускорением $0,3$ м/с² и начальной скоростью 54 км/ч. Найти силу торможения, действующую на вагон, время движения вагона до остановки и перемещение вагона.

33. Масса первого вагона m_1 больше массы второго вагона m_2 на $m = 5$ т. Каковы массы вагонов, если под действием одинаковых сил они приобретут ускорения $a_1 = 1$ м/с и $a_2 = 1,1$ м/с? Трением пренебречь.

34. Камень при падении с высоты $h = 25$ м имел скорость в момент падения $V = 20$ м/с. Чему равна средняя сила сопротивления F_c воздуха при падении камня? Масса камня $m = 1$ кг.

Импульс. Закон сохранения импульса

| | |
|---|--|
| $\vec{p} = m\vec{V}$ | – импульс тела (количество движения), где m – масса тела, \vec{V} – скорость тела |
| $\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$ | – второй закон Ньютона, где $\vec{F}\Delta t$ – импульс силы; Δt – время действия силы; $\Delta\vec{p}$ – изменение импульса тела |
| $m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2 = m_1\vec{V}_1' + m_2\vec{V}_2'$ | – закон сохранения импульса, где $m_1\vec{V}_1, m_2\vec{V}_2$ – импульсы тел до взаимодействия; $m_1\vec{V}_1', m_2\vec{V}_2'$ – импульсы тел после взаимодействия |

1. На финише стометровки спортсмен развил скорость $V = 10$ м/с, причем его импульс стал равен $p = 645$ кг·м/с. Найти массу спортсмена.

2. Игрушечный автомобиль массой $m = 0,5$ кг движется прямолинейно с постоянной скоростью. Определить модуль скорости автомобиля, если его импульс равен $p = 2$ кг·м/с.

3. Поезд массой $m = 2000$ т, двигаясь прямолинейно, увеличил скорость с $V_1 = 36$ до $V_2 = 72$ км/ч. Найти изменение импульса Δp поезда.

4*. Вагон массой $m_1 = 15$ т движется по горизонтальному участку железнодорожного пути со скоростью $V_1 = 1$ м/с. Второй вагон движется со скоростью $V_2 = 2$ м/с. Масса второго вагона $m_2 = 20$ т. Какой будет скорость вагонов после их сцепки?

5. Масса ракеты, покоящейся на Земле, $M = 20$ кг. Из ракеты мгновенно вылетела масса топлива $m = 1$ кг со скоростью $V = 2$ км/с. С какой скоростью будет двигаться ракета?

6*. Материальная точка массой $m = 1$ кг движется по окружности с постоянной по модулю скоростью $V = 10$ м/с. Найдите изменение импульса Δp за одну четверть периода и за половину периода обращения точки по окружности.

7*. Тело массой $m = 1$ кг движется равномерно по окружности. Радиус окружности $R = 1,2$ м. Тело за $t = 2$ с проходит одну четверть окружности. Найти изменение импульса тела Δp .

8. Два шарика массами $m_1 = 2$ г и $m_2 = 3$ г движутся в горизонтальной плоскости со скоростями, равными $V_1 = 6$ м/с и $V_2 = 4$ м/с. Направления движения шариков составляют друг с другом $\alpha = 90^\circ$. Найти сумму импульсов двух шариков.

9*. Шарик массой $m = 200$ г падает на пол. Его скорость на полу равна $V = 5$ м/с. После удара шарик подпрыгнул на высоту $h = 80$ см. Найти модуль изменения импульса.

10. Шарик массой $m = 10$ г летит перпендикулярно стенке со скоростью $V = 2$ м/с. Удар абсолютно упругий. Найти модуль изменения импульса шарика за время удара.

11*. На вагонетку массой $m_1 = 800$ кг, движущуюся горизонтально со скоростью $v_1 = 0,2$ м/с, насыпали сверху $m_2 = 200$ кг щебня. Насколько при этом уменьшилась скорость вагонетки?

12. С какой скоростью должна лететь хоккейная шайба массой $m_1 = 160$ г, чтобы её импульс был равен импульсу пули массой $m_2 = 8$ г, летящей со скоростью $V = 600$ м/с?

13*. Тележка $m_1 = 20$ кг с находящимся на ней человеком массой $m_2 = 50$ кг движется по рельсам со скоростью $V_1 = 1$ м/с. Человек спрыгивает с тележки в противоположном направлении её движению со скоростью $V_2 = 3$ м/с относительно земли. Найти скорость тележки после того, как человек с неё спрыгнул.

14. С какой скоростью должен лететь мяч массой $m_1 = 300$ г, чтобы его импульс был в 10 раз меньше импульса хоккейной шайбы массой $m_2 = 150$ г, летящей со скоростью $v_2 = 30$ м/с?

15. Два тела одинакового объёма – стальное и свинцовое – движутся с одинаковыми скоростями. Во сколько раз импульс свинцового тела больше по сравнению с импульсом стального?

16*. Два тела летят навстречу друг другу со скоростями $V = 5$ м/с каждое. Удар абсолютно неупругий. Скорость после удара равна $V = 2,5$ м/с. Найти отношение масс этих тел.

17*. Первое тело, которое движется, сталкивается со вторым телом, которое покоится. После удара тела движутся в противоположных направлениях. Модули импульсов тел после удара равны соответственно $p'_1 = 3$ кг·м/с и $p'_2 = 7$ кг·м/с. Определить модуль импульса первого тела до удара.

18*. Металлический шарик падает с высоты $h_1 = 1$ м на стальную плиту и отскакивает от неё на высоту $h_2 = 0,81$ м. Во сколько раз уменьшится импульс шарика при ударе о плиту?

19*. Снаряд, который летел в горизонтальном направлении со скоростью $V = 20$ м/с, разрывается на два осколка массой $m_1 = 50$ кг и $m_2 = 30$ кг. Скорость осколка массой m_1 равна $V_1 = 15$ м/с и направлена вертикально вверх. Определить модуль и направление скорости V_2 осколка массой m_2 .

20*. Человек массой $m = 70$ кг стоит на носу неподвижной лодки массой $M = 280$ кг. На какое расстояние сместится лодка, когда человек перейдет с носа на корму, если длина лодки $L = 5$ м.

21*. Граната, летевшая горизонтально со скоростью $V = 15$ м/с, разорвалась на две части с массами $m_1 = 6$ кг и $m_2 = 14$ кг. Скорость большего осколка направлена так же, как скорость гранаты до разрыва и равна $V_2 = 24$ м/с. Найти направление и модуль скорости меньшего осколка.

22*. Шарик массой $m = 100$ г свободно упал на горизонтальную площадку, имея в момент удара $V = 10$ м/с. Найти изменение импульса Δp при абсолютно неупругом и

абсолютно упругом ударах. Вычислить среднюю силу, действующую на шарик во время удара, если неупругий удар длился $\Delta t_1 = 0,05$ с, а упругий – $\Delta t_2 = 0,01$ с.

23*. Движение материальной точки описывается уравнением $x = 5 - 8t + 4t^2$. Приняв её массу равной $m = 2$ кг, найти импульс через $t_1 = 2$ с и через $t_2 = 4$ с после начала отсчёта времени, а также силу, вызывающую это изменение импульса.

24*. Молот массой $m = 10$ кг падает на наковальню со скоростью $V = 10$ м/с. Найдите силу F удара молота, если его длительность $\Delta t = 0,01$ с. Чему равно изменение импульса молота Δp ?

25*. Сколько времени потребуется для остановки тела массой $m = 10$ кг, движущегося со скоростью $V = 20$ м/с под действием силы $F = 10$ Н? Чему равно изменение импульса тела Δp ?

Механическая работа. Мощность

| | |
|---|---|
| $A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$ | – работа постоянной силы F , где F – модуль силы; S – модуль перемещения; α – угол между силой и перемещением |
| $A_{нг} = m \cdot g \cdot (h_1 - h_2)$ | – работа силы тяжести, где h_1 и h_2 – начальная и конечная высота тела относительно нулевого уровня |
| $A_{упр} = \frac{k\Delta l_1^2}{2} - \frac{k\Delta l_2^2}{2}$ | – работа силы упругости, k – жёсткость пружины, Δl_1 и Δl_2 – начальная и конечная величины линейной деформации |
| $A_{тр} = -F_{тр} \cdot S$ | – работа силы трения |
| $P = \frac{A}{t} = F \cdot V \cdot \cos \alpha$ | – мощность силы, где t – время совершения работы A , V – скорость; α – угол между векторами силы и скорости |
| $\eta = \frac{P_{п}}{P} \cdot 100\%$ | – КПД механизма, где $P_{п}$ – полезная мощность, P – затраченная мощность |

Принять $g = 10$ м/с²

1. Человек поднимает из колодца ведро с водой за $t = 5$ с, совершая при подъёме работу $A = 450$ Дж. Определить среднюю мощность, которую развивает человек.

2. Машина движется по горизонтальной прямой дороге со скоростью $V = 20$ м/с. Модуль силы сопротивления движению машины при данной скорости равен $F = 1000$ Н. Определить мощность, развиваемую двигателем машины. Ответ дать в киловаттах.

3*. Какую работу совершает постоянная сила по перемещению на $S = 5$ м тела массой $m = 3$ кг по гладкой горизонтальной поверхности, если модуль ускорения тела равен $a = 2$ м/с²?

4*. Определить среднюю мощность лебедки, поднимающей груз массой $m = 100$ кг с постоянной скоростью на высоту $h = 10$ м относительно поверхности Земли за $t = 20$ с.

5*. Тело движется по горизонтальной поверхности под действием постоянной силы $F = 5$ Н, совпадающей по направлению с направлением перемещения. Определить среднюю мощность этой силы, если за время $t = 2$ с тело проходит путь $L = 5$ м.

6. Тело движется по горизонтальной поверхности. Определить работу силы трения, если модуль силы трения равен $F = 8$ Н, а пройденный телом путь равен $L = 2$ м.

7*. При сжатии пружины на $\Delta l = 1$ см была совершена работа $A = 0,4$ Дж. Определить коэффициент жёсткости пружины.

8. При затыжном прыжке парашютист массой $m = 80$ кг падает вертикально вниз с постоянной скоростью. Найти работу силы тяжести на участке от отметки $h_1 = 1360$ м до отметки $h_2 = 1856$ м. Высота отсчитывается от поверхности Земли.

9. Определить работу силы тяжести при подъёме тела массой $m = 2 \text{ кг}$ на высоту $h = 10 \text{ м}$ относительно поверхности Земли.

10*. На тело массой $m = 1 \text{ кг}$, брошенное с поверхности Земли вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 11 \text{ м/с}$, действует постоянная сила сопротивления, равная по модулю $F = 1 \text{ Н}$. Определить работу силы тяжести за время подъёма тела до максимальной высоты.

11. Тонкий лом массой $m = 10 \text{ кг}$ и длиной $L = 1,4 \text{ м}$ лежит на горизонтальной поверхности. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы перевести его в вертикальное положение?

12.* Грузовой лифт массой $m = 10 \text{ т}$ поднимается с ускорением $a = 0,5 \text{ м/с}^2$. Определить работу по подъёму лифта за $t = 10 \text{ с}$ движения.

13*. На невесомой нерастяжимой нити длиной $L = 30 \text{ см}$ висит шарик массой $m = 100 \text{ г}$. Определите работу силы тяжести при отклонении нити на угол $\alpha = 60^\circ$.

14. Определите мощность силы тяги двигателя автомобиля, имеющего на горизонтальной дороге скорость $V = 15 \text{ м/с}$. Масса автомобиля $m = 2,0 \text{ т}$, коэффициент трения $\mu = 0,1$.

15. Какую работу совершает сила тяжести, действующая на дождевую каплю массой $m = 20 \text{ мг}$, при её падении с высоты $h = 2 \text{ км}$?

16*. Какую работу в килоджоулях должен совершить двигатель, чтобы разогнать по горизонтальной поверхности первоначально неподвижный самосвал массой $m = 3 \text{ т}$ до скорости $V = 36 \text{ км/ч}$? Потерями на трение пренебречь.

17*. Тело движется по горизонтальной поверхности под действием силы $F = 20 \text{ Н}$, приложенной к телу под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Определить работу этой силы при перемещении тела на $S = 5 \text{ м}$.

18*. Тело массой $m = 1 \text{ кг}$ движется с постоянной скоростью по горизонтальной плоскости. Коэффициент трения тела о плоскость равен $\mu = 0,1$. Определить работу силы тяги, приложенной к телу в горизонтальном направлении, при перемещении тела на $S = 1 \text{ м}$.

19*. На тело массой $m = 2 \text{ кг}$, движущееся по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью $V_1 = 15 \text{ м/с}$, начинает действовать тормозящая сила. Определить работу этой силы к моменту, когда модуль скорости тела станет равным $V_2 = 5 \text{ м/с}$.

20*. Пуля массой $m = 10 \text{ г}$, летящая со скоростью $V = 600 \text{ м/с}$, попадает в стенку. Определить, насколько углубится пуля в стенку, если модуль силы сопротивления движению пули в стене постоянен и равен $F = 10000 \text{ Н}$.

21*. Тело массой $m = 0,5 \text{ кг}$ скатывается с вершины наклонной плоскости длиной $L = 1 \text{ м}$ и углом при основании $\alpha = 30^\circ$. Определить работу силы тяжести при скатывании тела.

22*. Тело массой $m = 1 \text{ кг}$, брошенное с башни высотой $h = 7 \text{ м}$ со скоростью $V_0 = 8 \text{ м/с}$, упало на землю со скоростью $V = 14 \text{ м/с}$. Определить работу силы сопротивления воздуха.

23*. Какую работу нужно совершить, чтобы растянуть на $\Delta l = 0,01 \text{ м}$ упругую пружину, составленную из двух одинаковых пружин с коэффициентом жёсткости $k = 3000 \text{ Н/м}$, соединённых параллельно?

24*. Две пружины с коэффициентами жёсткости $k_1 = 100 \text{ кН/м}$ и $k_2 = 200 \text{ кН/м}$ соединены последовательно. Какую работу нужно совершить, чтобы растянуть составленную таким образом пружину на $\Delta l = 0,3 \text{ см}$?

25*. Электровоз тянет состав со скоростью $V = 54 \text{ км/ч}$, при этом двигатели развивают мощность $P = 0,8 \text{ МВт}$. Определите силу тяги электровоза, если КПД его двигателей $\eta = 80\%$.

26. Скорость автомобиля $V = 36 \text{ км/ч}$. Какую силу тяги развивает мотор, если его мощность $P = 50 \text{ кВт}$ постоянна? Коэффициент полезного действия мотора $\eta = 20\%$.

27*. Поезд в метро между станциями движется с постоянной скоростью 60 км/ч . При этом его моторы потребляют мощность 1 МВт . Чему равна сила сопротивления движению, если КПД его моторов равен 80% ?

28*. Какую массу воды можно поднять из колодца глубиной $h = 20 \text{ м}$ в течение времени $\Delta t = 2 \text{ ч}$, если мощность двигателя насоса $P = 3,0 \text{ кВт}$, с КПД $\eta = 70\%$.

Энергия. Закон сохранения механической энергии

| | |
|---------------------------------------|--|
| $E_k = \frac{mV^2}{2}$ | – кинетическая энергия тела, где m – масса тела, V – модуль скорости тела; |
| $E_{II} = mgh$ | – потенциальная энергия тела, поднятого на высоту h , где h – высота тела относительно нулевого уровня |
| $E_{II} = \frac{kx^2}{2}$ | – потенциальная энергия упругодеформированного тела; |
| | k – жесткость пружины; x – величина линейной деформации |
| $E = E_k + E_{II}$ | – полная механическая энергия |
| $E_{k1} + E_{II1} = E_{k2} + E_{II2}$ | – закон сохранения механической энергии |
| $\Delta E = A_1 + A_2$ | – изменение механической энергии, где A_1 – работа внешних сил; A_2 – работа силы трения |
| $\Delta E_k = A_1 + A_2 + \dots A_n$ | – теорема о кинетической энергии, где $A_1 + A_2 + \dots A_n$ – работа всех сил, действующих на тело |
| $\eta = \frac{A_{II}}{A} \cdot 100\%$ | – КПД механизма, где A_{II} – полезная работа, A – затраченная механизмом работа. |
| $Q = E_1 - E_2$ | – количество теплоты, выделяемой в системе, где E_1, E_2 – полная механическая энергия в начальном и конечном состояниях |

Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$

1. Тело массой $m = 2 \text{ кг}$ свободно падает с высоты $h = 140 \text{ м}$ от поверхности Земли. Найти кинетическую энергию тела через 5 с после начала движения. Найти потенциальную энергию тела относительно поверхности Земли через 5 с после начала движения. Найти полную механическую энергию тела через 5 с после начала движения.

2. Какой потенциальной энергией обладает тело массой $m = 5 \text{ кг}$, поднятое на высоту $h = 3 \text{ м}$ от поверхности Земли? Потенциальную энергию тела на поверхности Земли принять равной нулю.

3. Тело движется с постоянной скоростью $V = 10 \text{ м/с}$. Кинетическая энергия тела равна $E_k = 15 \text{ Дж}$. Определить массу тела.

4*. Импульс тела равен $p = 8 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, а кинетическая энергия – $E_k = 16 \text{ Дж}$. Найти массу и скорость тела.

5*. Определить кинетическую энергию тела при скорости $V = 3 \text{ м/с}$, если известно, что сила в $F = 1 \text{ Н}$ сообщает этому телу ускорение $a = 1 \text{ м/с}^2$.

6. При выстреле из ружья вертикально вверх пуля массой $m = 0,04$ кг вылетает со скоростью $V_0 = 300$ м/с. Определить изменение потенциальной энергии пули к моменту достижения ею максимальной высоты. Сопротивлением воздуха пренебречь.

7. За время ускоренного движения тела его кинетическая энергия возросла в 4 раза. Во сколько раз увеличилось при этом численное значение импульса тела?

8. Масса ракеты при разгоне уменьшается в 4 раза, а её скорость возрастает в 4 раза. Во сколько раз увеличилась при разгоне кинетическая энергия ракеты?

9*. Покоящееся тело массой $m = 1$ кг начинает двигаться прямолинейно с ускорением $a = 1$ м/с². Определить кинетическую энергию тела в конце второй секунды движения.

10*. Координата тела, движущегося вдоль оси X , зависит от времени по закону $x = (4 - 2t + t^2)$, где t – время в секундах. Определить изменение кинетической энергии тела за время с начала второй до конца третьей секунды движения. Масса тела $m = 1$ кг.

11*. Тело массой $m = 1$ кг, брошенное с вышки в горизонтальном направлении со скоростью $V_0 = 20$ м/с, через $t = 6$ с упало на землю. Определить кинетическую энергию тела в момент удара о землю.

12*. Пуля массой $m = 0,01$ кг, летящая горизонтально со скоростью $V = 500$ м/с, попадает в брусок массой $M = 0,5$ кг, покоящийся на гладкой горизонтальной поверхности, и, пробивая его, вдвое уменьшает свою скорость. Определить кинетическую энергию бруска после вылета пули.

13*. Имеются две одинаковые упругие пружины в недеформированном состоянии. Пружины растягивают так, что абсолютная деформация второй пружины в 1,5 раза больше, чем первой. Во сколько раз потенциальная энергия упругой деформации второй пружины больше, чем первой?

14*. Вагон массой $m = 2$ т, движущийся по горизонтальному пути со скоростью $V_1 = 2$ м/с, догоняет такой же вагон, движущийся со скоростью $V_2 = 1$ м/с, и сцепляется с ним. Определить в килоджоулях суммарную кинетическую энергию вагонов после сцепки.

15*. Груз массой $m = 50$ кг поднимают от основания наклонной плоскости до её вершины. Насколько возрастет потенциальная энергия груза, если длина наклонной плоскости равна $L = 3$ м, а угол при основании равен $\alpha = 30^\circ$?

16*. Груз массой $m = 10$ кг висит на вертикальной невесомой пружине с коэффициентом жёсткости $k = 1000$ Н/м. Определить потенциальную энергию пружины.

17*. Тело массой $m = 10$ кг равномерно движется по горизонтальной поверхности. Горизонтальная сила приложена к телу через невесомую пружину с коэффициентом жёсткости $k = 100$ Н/м. Коэффициент трения между телом и поверхностью равен $\mu = 0,1$. Найти потенциальную энергию пружины.

18*. Какую горизонтальную скорость нужно сообщить шару, висящему на легкой нерастяжимой нити, для подъема на высоту $h = 10$ см? Сопротивление воздуха не учитывать.

19*. Тело падает без начальной скорости с высоты $h = 10$ м относительно поверхности Земли. На какой высоте кинетическая энергия тела равна $E_k = 10$ Дж? Масса тела равна $m = 1$ кг.

20*. Какую минимальную горизонтальную скорость нужно сообщить шару, висящему на легкой нерастяжимой нити длиной $L = 0,4$ м, для того, чтобы нить отклонилась от вертикали на угол $\alpha = 60^\circ$?

21*. Небольшое тело массой $m = 1$ кг начинает соскальзывать по гладкому наклонному желобу с высоты $h = 2,5$ м, переходящему в "мертвую петлю" радиусом $r = 1$ м. Определить кинетическую энергию тела в момент прохождения верхней точки "мертвой петли". Сопротивлением воздуха пренебречь.

22*. Покоящееся на некоторой высоте тело обладает потенциальной энергией $E_n = 44$ Дж. К моменту удара о землю после свободного падения с этой высоты кинетическая энергия тела равна $E_k = 37$ Дж. Определить работу сил сопротивления воздуха.

23*. Тело массой $m = 0,1$ кг при бросании с поверхности Земли вертикально вверх достигло максимальной высоты $h = 18$ м. Определить начальную кинетическую энергию тела, если на преодоление сопротивления воздуха израсходована энергия $E = 3$ Дж.

24*. Тело падает без начальной скорости с высоты $h_1 = 10$ м и после удара о горизонтальную поверхность поднимается на высоту $h_2 = 9$ м. Определить, какое количество механической энергии переходит в теплоту. Масса тела равна $m = 0,2$ кг.

25*. Тело массой $m = 2,5$ кг свободно падает с высоты $h_1 = 10$ м. Определить кинетическую энергию тела на высоте $h_2 = 3$ м. Сопротивлением воздуха пренебречь.

26*. Шарик массой $m = 0,1$ кг подвешен на нерастяжимой и невесомой нити. Нить с шариком отклонили от вертикали на угол $\alpha = 60^\circ$ и отпустили. Определить модуль силы натяжения нити при прохождении шариком положения равновесия.

27. После прохождения трассы горнолыжник массой $m = 80$ кг на горизонтальном участке уменьшает свою скорость от $V = 30$ м/с до нуля. Сколько механической энергии переходит при торможении в теплоту?

28*. Два шара массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 3$ кг движутся навстречу друг другу, со скоростями $V_1 = 4$ м/с и $V_2 = 8$ м/с. Определить количество тепла, выделившегося после абсолютно неупругого удара шаров.

29*. Два тела скользят навстречу друг другу по прямой, проходящей через их центры. Массы тел одинаковы и равны $m = 1$ кг. Скорость первого тела равна по модулю $V_1 = 1$ м/с, а модуль скорости второго тела равен $V_2 = 2$ м/с. Определить суммарную кинетическую энергию тел после абсолютно неупругого удара.

30*. На тело массой $m = 10$ кг, лежащее на гладкой горизонтальной поверхности, начинает действовать постоянная сила $F = 5$ Н, направленная горизонтально. Определить кинетическую энергию тела через $t = 2$ с после начала движения.

Статика

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_p$$

$$F_p = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$$

$$M_0 = F \cdot d$$

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0; \quad \sum_{i=1}^n M_i = 0$$

$$x_c = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

– равнодействующая сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2

– модуль равнодействующей двух сил, где α – угол между силами \vec{F}_1 и \vec{F}_2

– момент силы F , где d – плечо силы относительно оси, которая проходит через точку O

– условия равновесия твёрдого тела, где \vec{F}_i – сила, которая действует на тело; M_i – момент силы

– координата центра масс системы тел, где x_i – координата центра масс; m_i – масса i -го тела, входящего в систему

1. Определить модуль равнодействующей двух сил, равных по модулю $F_1 = 3 \text{ Н}$ и $F_2 = 4 \text{ Н}$ и направленных в одном направлении; в противоположных направлениях; перпендикулярно друг другу.

2. Тело массой $m = 0,6 \text{ кг}$ покоится на плоскости, расположенной под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Найти модуль силы нормальной реакции наклонной плоскости, действующей на тело.

3. Тело лежит на наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. Масса тела $m = 1 \text{ кг}$. Определить модуль силы трения покоя.

4*. На тело массой $m = 2 \text{ кг}$, покоящееся на наклонной плоскости с углом при основании $\alpha = 30^\circ$, действует прижимающая сила $F = 10 \text{ Н}$, направленная горизонтально. Определить модуль нормальной реакции опоры.

5. Однородный цилиндр высотой $h = 2 \text{ м}$ и радиусом основания $R = 1 \text{ м}$ покоится на наклонной плоскости. Какой максимальный угол в градусах может составлять наклонная плоскость с горизонтом?

6. На тело массой $m = 6 \text{ кг}$, неподвижно лежащее на горизонтальной поверхности, действуют три силы: сила тяжести, горизонтальная сила величиной $F = 80 \text{ Н}$ и сила, направленная под некоторым углом к горизонту. Определить модуль этой силы, если тело остается в состоянии покоя.

7. Тело массой $m = 0,2 \text{ кг}$, висющее на невесомой и нерастяжимой нити, отклоняется от вертикали под действием горизонтально направленной силы на угол $\alpha = 60^\circ$. Определить модуль силы натяжения нити в отклонённом положении шарика.

8. Определить модуль равнодействующей двух сил, равных по модулю $F = 10 \text{ Н}$ и направленных так, что угол между ними составляет $\alpha = 60^\circ$; $\beta = 120^\circ$.

9. На тело массой $m = 2 \text{ кг}$, покоящееся на наклонной плоскости с углом при основании $\alpha = 30^\circ$, действует прижимающая сила $F = 10 \text{ Н}$, направленная горизонтально. Определить модуль силы трения.

10. Телеграфный столб массой $m = 100 \text{ кг}$ лежит на земле. Какую наименьшую силу надо приложить, чтобы приподнять столб за один из его концов?

11. На парашютиста массой $m = 90 \text{ кг}$ в момент прыжка действует вертикальная сила сопротивления воздуха $F_{\text{сопр}} = 500 \text{ Н}$ и горизонтально направленная сила ветра $F_{\text{ветра}} = 300 \text{ Н}$. Найти равнодействующую всех сил $F_{\text{р}}$, действующих на парашютиста.

12*. Система состоит из двух тел с массами $m_1 = 3 \text{ кг}$ и $m_2 = 2 \text{ кг}$, соединённых тонким стержнем длиной $L = 1 \text{ м}$. Определить результирующий момент сил тяжести, действующих на тела системы, относительно оси, проходящей через центр тяжести системы.

13*. Невесомый стержень длиной $L = 1 \text{ м}$ закреплён одним концом на горизонтальной оси, перпендикулярной стержню, а к другому концу прикреплена точечная масса $m = 100 \text{ г}$. Определить модуль момента силы тяжести, когда стержень находится в горизонтальном положении.

14*. Две точечные массы $m_1 = 2 \text{ кг}$ и $m_2 = 8 \text{ кг}$ соединены невесомым стержнем длиной $L = 8 \text{ м}$. Найти расстояние от центра тяжести конструкции до меньшей массы.

15*. На невесомой нити закреплены две бусинки массами $m_1 = 4 \text{ г}$ и $m_2 = 16 \text{ г}$, расположенные на высотах $h_1 = 50 \text{ см}$ и $h_2 = 1,5 \text{ м}$ соответственно. На какой высоте расположен центр тяжести системы?

Гидростатика

$$p = \frac{F}{S}$$

– давление, где F – сила, которая действует нормально на площадку, S – величина площадки

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

– соотношение сил в гидравлическом прессе, где F_1 – сила, которая действует на малый поршень, F_2 – сила давления жидкости на большой поршень, S_1 и S_2 – площади малого и большого поршней соответственно

$$p = \rho gh$$

– гидростатическое давление, где ρ – плотность жидкости; g – ускорение свободного падения, h – высота столба жидкости

$$p = p_0 + \rho gh$$

– полное давление в любой точке жидкости, где p_0 – давление на свободную поверхность жидкости

$$F_A = \rho_{ж} g V$$

– закон Архимеда, где F_A – выталкивающая сила; $\rho_{ж}$ – плотность жидкости; V – объём части тела, которое погрузили в жидкость

1. Брусok из древесины плавает частично погружённым в жидкость плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Найти модуль силы Архимеда, если объём погружённой в жидкость части бруска равен $V = 0,1 \text{ м}^3$.

2. Какая часть объёма тела, которое плавает, находится над поверхностью жидкости? Плотность жидкости в пять раз больше плотности тела.

3. На тело, которое погружено в воду, действует выталкивающая сила $F_A = 50 \text{ Н}$. Найти массу воды, которую выталкивает тело.

4. В узкий сосуд налита вода до уровня $h = 10 \text{ см}$. Определить давление воды на дно сосуда, если его отклонили на угол $\alpha = 30^\circ$ от вертикали. Плотность воды равна $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

5. Тело объёмом $V = 0,005 \text{ м}^3$ полностью погружено в воду плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Определить модуль силы Архимеда, действующей на тело.

6*. Сосуд с площадью дна $S = 10 \text{ см}^2$ при помощи тонкого шланга сообщается с сосудом, диаметр которого в два раза меньше. В сосуды налито $V = 0,5 \text{ л}$ воды. Найти высоту воды в широком сосуде.

7. На какой глубине давление в воде больше атмосферного в 7 раз? Атмосферное давление равно $p_0 = 100 \text{ кПа}$.

8. Какая сила давления может быть получена на гидравлическом прессе, если к малому поршню приложена сила $F_1 = 900 \text{ Н}$? Площадь малого поршня $S_1 = 5 \text{ см}^2$, площадь большого поршня $S_2 = 500 \text{ см}^2$.

9. На поршень гидравлического пресса действует сила $F = 50 \text{ Н}$. Найти давление, создаваемое поршнем в рабочей жидкости, если его площадь равна $S = 0,01 \text{ м}^2$. Массой поршня и силами трения пренебречь.

10*. Бетонная плита длиной $a = 2 \text{ м}$ и шириной $b = 1,5 \text{ м}$ оказывает на грунт давление $p = 3000 \text{ Па}$. Определить массу плиты.

11. На малый поршень гидравлического пресса действует сила $F = 10 \text{ Н}$. Найти значение силы, действующей на большой поршень гидравлического пресса, если площадь его сечения в 6 раз больше, а поршни находятся в равновесии.

12. Сила давления на большой поршень пресса составляет $F = 500 \text{ Н}$. Определить модуль силы давления на малый поршень, если площадь большого поршня в 5 раз больше площади малого поршня.

13. Сосуд высотой $h = 25 \text{ см}$ и площадью дна $S = 10 \text{ см}^2$ заполнен водой. Определить модуль силы гидростатического давления воды на дно сосуда. Плотность воды $\rho = 1 \text{ г/см}^3$.

14*. Два шара (объем первого шара равен объему второго шара) полностью находятся в жидкости. Шары соединены нитью и опускаются равномерно, находясь один над другим. Найти силу натяжения нити. Массы шаров равны $m_1 = 1,6 \text{ кг}$ и $m_2 = 2 \text{ кг}$.

15*. Тело падает в жидкости с ускорением $a = 8 \text{ м/с}^2$. Во сколько раз плотность тела больше чем плотность жидкости?

16*. Шарик объемом $V = 8 \text{ см}^3$, подвесили на пружине и опустили в воду. Найти жесткость пружины, если её удлинение при помещении шарика в воду уменьшилось на $\Delta l = 2 \text{ мм}$.

17*. Малый поршень гидравлического пресса за один ход опускается на $\Delta h_1 = 0,2 \text{ м}$, а большой поднимается на $\Delta h_2 = 0,01 \text{ м}$. С какой по модулю силой действует пресс на зажатое в нём тело, если на малый поршень действует сила $F = 50 \text{ Н}$.

18*. В колено U-образной трубки площадью $S = 1 \text{ см}^2$, содержащей ртуть плотностью $\rho_{\text{рт}} = 13,6 \text{ г/см}^3$, налили $m = 7,2 \text{ г}$ воды плотностью $\rho_{\text{воды}} = 1 \text{ г/см}^3$ и $m = 20 \text{ г}$ бензина плотностью $\rho_{\text{бенз}} = 0,8 \text{ г/см}^3$. На сколько сантиметров уровень жидкости в одном колене станет выше, чем в другом?

19*. Какая работа совершается при подъёме груза массой $m = 1,5 \text{ т}$ с помощью гидравлического пресса, если при этом малый поршень переместился на $\Delta h = 40 \text{ см}$, а его площадь в 20 раз меньше площади большого поршня?

20*. Куб с ребром, равным $L = 5 \text{ см}$, заполнен жидкостью с плотностью $\rho = 2 \text{ г/см}^3$. Найти модуль силы гидростатического давления на вертикальную грань куба.

21*. Аквариум прямоугольной формы доверху наполнен водой. Определить модуль силы гидростатического давления воды на вертикальную стенку аквариума длиной $L = 50 \text{ см}$ и высотой $h = 30 \text{ см}$. Плотность воды равна $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

22*. Однородный стержень длиной $L = 1 \text{ м}$ и площадью сечения $S = 1 \text{ см}^2$ плавает в вертикальном положении, погружаясь в воду на $4/5$ длины. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы утопить стержень, оставляя его в вертикальном положении? Плотность воды равна $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

23*. Тело плавает в воде, причём $3/4$ объёма тела остаются над поверхностью воды. Плотность воды $\rho = 1 \text{ г/см}^3$. Определить плотность тела.

24*. Вес тела в воде в 5 раз меньше, чем в вакууме. Какова плотность тела, если плотность воды равна $\rho = 1 \text{ г/см}^3$.

25*. Тело, плотность которого ρ , плавает на поверхности жидкости, плотность которой ρ_0 . Какая часть объёма тела не находится в жидкости?

26*. При погружении тела в жидкость его вес уменьшился в 3 раза. Плотность жидкости $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$. Найти плотность тела.

27*. Тело в жидкости с плотностью ρ весит в три раза меньше, чем в воздухе. Найти плотность тела.

28*. Сосуд с водой падает вниз с ускорением $a = 8 \text{ м/с}^2$. Каково давление внутри сосуда на глубине $h = 0,2 \text{ м}$?

Механические колебания и волны

| | |
|---|--|
| $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ | – уравнение гармонических колебаний, где x – смещение; A – амплитуда; ω – циклическая частота; t – время; φ_0 – начальная фаза; $\varphi = \omega t + \varphi_0$ – фаза колебаний |
| $T = \frac{t}{N}$ | – период колебаний, где N – число полных колебаний за время t |
| $\nu = \frac{1}{T}$ | – частота колебаний |
| $\omega = 2\pi\nu$ | – циклическая частота колебаний |
| $V_x = V_m \cos(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2})$ | – скорость при гармонических колебаниях; V_m – максимальное (амплитудное) значение скорости |
| $V_m = \omega A$ | – максимальное значение скорости |
| $a_x = a_m \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi)$ | – ускорение при гармонических колебаниях |
| $a_x = -\omega^2 x$ | |
| $a_m = \omega^2 A$ | – максимальное значение ускорения |
| $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ | – период колебаний математического маятника |
| $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ | – период колебаний пружинного маятника |
| $W = \frac{m\omega^2 A^2}{2}$ | – полная энергия гармонических механических колебаний |
| $W = \frac{mV_x^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = \frac{mV_m^2}{2}$ | – полная механическая энергия пружинного маятника |
| $\lambda = \nu T = \frac{\nu}{\nu}$ | – длина волны; ν – скорость волны; T – период; ν – частота |
| $\Delta\varphi = 2\pi \frac{l}{\lambda}$ | – разность фаз колебаний в точках, которые находятся на расстоянии l друг от друга |

1. Тело совершает гармонические колебания вдоль оси X . Расстояние между точками, в которых скорость тела равна нулю, равно $L = 4$ см. Определить амплитуду гармонических колебаний.

2. Точка, совершающая гармонические колебания вдоль оси X , проходит путь $L = 2$ м за $N = 2$ полных колебания. Определить амплитуду колебаний точки.

3. Найти величину максимального ускорения тела, совершающего гармонические колебания с циклической частотой $\omega = 10$ рад/с и амплитудой $A = 0,5$ см.

4. Начальная фаза гармонического колебания равна нулю, а период – $T = 0,5$ с. Найти в градусах фазу колебания через $t = 0,1$ с после начала движения.

5. Точка совершает гармонические колебания вдоль оси X с амплитудой $A = 0,2$ м. Какой путь пройдёт точка, сделав $N = 5$ полных колебаний?

6. Точка совершает гармонические колебания с частотой $\nu = 5$ Гц. Определить циклическую частоту колебаний.

7. Тело совершает гармонические колебания по закону $x = 0,5 \cos(3,14 t)$, м, где t – время в секундах. Определить частоту колебаний точки.

8. Определить период колебаний математического маятника, длина которого равна $l = 2,5$ м.

9*. Период колебаний математического маятника в результате увеличения длины маятника возрос в 3 раза. Во сколько раз увеличена длина маятника?

10. Шар массой $m = 800$ г висит на пружине. Собственная циклическая частота колебаний системы равна $\omega = 25$ с⁻¹. Найти коэффициент жёсткости пружины.

11. Найти в миллисекундах период гармонических колебаний тела массой $m = 125$ г, подвешенного на пружине жёсткостью $k = 50$ Н/м.

12*. Найти массу груза, который на пружине с коэффициентом жёсткости $k = 250$ Н/м, совершает за время $t = 16$ с число колебаний $N = 20$.

13. Тело совершает гармонические колебания в горизонтальной плоскости на пружине жёсткостью $k = 300$ Н/м. Амплитуда колебаний равна $A = 4$ см. Найти полную энергию колебательного процесса.

14*. Точка совершает гармонические колебания с амплитудой $A = 10$ см и периодом $T = 0,1$ с. Определить максимальное значение скорости тела.

15*. За какое время точка, совершающая гармонические колебания с периодом $T = 12$ с, смещается из положения равновесия на половину амплитуды?

16*. Тело совершает гармонические колебания с амплитудой $A = 1$ см и периодом $T = 1$ с. Определить максимальное значение ускорения тела.

17*. Найти период гармонического колебания, фаза которого увеличивается от 0 до 2 радиан за $t = 4$ с.

18. Тело совершает гармонические колебания с частотой $\nu = 8$ Гц и амплитудой $A = 4$ см. Какое минимальное расстояние пройдёт тело при изменении скорости от нулевого до максимального значения?

19*. Один математический маятник совершает $N_1 = 75$ полных колебаний за $t_1 = 5$ с, а второй – $N_2 = 18$ колебаний за $t_2 = 6$ с. Во сколько раз частота колебаний первого маятника больше частоты колебаний второго?

20*. Определить длину математического маятника, совершающего вблизи поверхности Земли $N = 4$ полных колебания за $t = 8$ с.

21*. Определить первоначальную длину математического маятника, если при изменении его длины до $l = 4$ метров период колебаний маятника увеличился в 2 раза.

22*. Один математический маятник имеет период колебаний $T_1 = 5$ с, а другой – $T_2 = 3$ с. Определить период колебаний маятника, длина которого равна разности длин указанных маятников.

23*. Один математический маятник имеет период колебаний $T_1 = 3$ с, а другой – $T_2 = 4$ с. Определить период колебаний маятника, длина которого равна сумме длин указанных маятников.

24*. Тело совершает гармонические колебания в горизонтальной плоскости на пружине жёсткостью $k = 500$ Н/м. Найти амплитуду колебаний, если модуль максимальной силы упругости пружины равен $F = 40$ Н.

25*. Пружинный маятник совершает малые гармонические колебания. Во сколько раз нужно увеличить коэффициент жёсткости пружины маятника, чтобы циклическая частота колебаний возросла в 2 раза? Масса колеблющегося тела не меняется.

26*. Когда груз неподвижно висел на вертикальной пружине, её удлинение было равно $\Delta l = 2,5$ см. Затем груз оттянули и отпустили, вследствие чего он начал совершать гармонические колебания. Каков период этих колебаний в миллисекундах?

27*. Частота гармонических колебаний тела возрастает с $\nu_1 = 2$ Гц до $\nu_2 = 3$ Гц, а амплитуда остаётся без изменения. Определить, во сколько раз увеличивается при этом максимальное значение кинетической энергии тела?

28*. Математический маятник длиной $l = 2,5$ м совершает колебания, причем его максимальная скорость равна $V_m = 5$ м/с. На какой наибольший угол в градусах отклоняется нить от вертикали? Сопротивление воздуха не учитывать.

29*. Тело совершает гармонические колебания с частотой $\nu = 6$ Гц и амплитудой $A = 2$ см. Во сколько раз увеличится полная энергия колебаний, если амплитуду колебаний увеличить в 1,3 раза? Частота колебаний не меняется.

30*. Период гармонических колебаний тела возрастает с $T_1 = 1$ с до $T_2 = 2$ с. Во сколько раз уменьшится при этом полная энергия колебаний? Амплитуда колебаний не меняется.

31*. Тело массой $m = 0,2$ кг совершает гармонические колебания с циклической частотой $\omega = 5$ рад/с. Полная энергия колебаний равна $W = 0,1$ Дж. Определить амплитуду колебаний.

32*. Определить модуль разности фаз колебаний двух точек удалённых от источника колебаний на расстояние $L_1 = 3,5$ м и $L_2 = 2$ м. Период колебаний равен $T = 0,25$ с, а скорость распространения колебаний составляет $V = 6$ м/с.

33. Скорость распространения волны равна $V = 15$ м/с. Определить частоту, если длина волны равна $\lambda = 0,5$ м.

34. Звуковая волна распространяется со скоростью $V = 340$ м/с и частотой $\nu = 1000$ Гц. Определить длину звуковой волны при этих условиях.

35. Скорость распространения волны равна $V = 15$ м/с. Определить длину распространяющейся волны λ , если её частота равна $\nu = 30$ Гц.

36. Звуковая волна распространяется со скоростью $V = 330$ м/с. Определить длину звуковой волны λ , если наименьшее расстояние между точками, совершающими колебания в одинаковой фазе, составляет $L = 0,33$ м.

37. Определить скорость звука в воде, если источник звука, колеблющийся с периодом $T = 0,002$ с, возбуждает в воде волны длиной $\lambda = 2,9$ м.

38. Скорость звука в воде равна $V = 1450$ м/с. На каком минимальном расстоянии находятся точки, совершающие колебания в противоположных фазах, если частота колебаний равна $\nu = 725$ Гц?

39*. Во сколько раз скорость распространения первой волны больше скорости распространения второй, если её длина в 5,4 раза, а период – в 2 раза больше?

40*. Звуковая волна распространяется со скоростью $V = 330$ м/с. Определить длину звуковой волны, если наименьшее расстояние между точками, совершающими колебания в противофазе, равно $L = 0,17$ м.

41*. Лодка качается на волнах, распространяющихся со скоростью $V = 2,5$ м/с. Расстояние между двумя ближайшими гребнями волн равно $L = 8$ м. Определить период колебаний лодки.

Молекулярная физика и термодинамика

Основы молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ.

$$v = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_M}$$

$$m_0 = \frac{m}{N} = \frac{M}{N_A}$$

$$T = t + 273$$

$$\langle V_{\text{ср}} \rangle = \sqrt{\frac{V_1^2 + \dots + V_N^2}{N}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \langle V_{\text{ср}} \rangle^2 = \frac{1}{3} \rho \langle V_{\text{ср}} \rangle^2$$

$$p = nkT = \frac{N}{V} kT$$

$$\langle W_k \rangle = \frac{m_0 \langle V_{\text{ср}} \rangle^2}{2} = \frac{3}{2} kT = \frac{3p}{2n}$$

$$pV = \nu RT$$

$$\frac{pV}{T} = \text{const}$$

$$pV = \text{const}$$

$$\frac{p}{T} = \text{const}$$

$$\frac{V}{T} = \text{const}$$

– количество вещества, где m – масса вещества; M – молярная масса; N – число частиц (атомов, молекул) вещества; N_A – постоянная Авогадро; V – объём газа; V_M – молярный объём газа при нормальных условиях

– масса одной молекулы

– соотношение между абсолютной температурой T и температурой по шкале Цельсия t

– средняя квадратичная скорость хаотического движения молекул, где R – универсальная газовая постоянная

– основное уравнение молекулярно-кинетической теории; n – концентрация молекул; ρ – плотность газа

– связь давления газа с концентрацией n ; $k = \frac{R}{N_A}$ –

постоянная Больцмана; N – число частиц (атомов, молекул), находящихся в объёме газа V

– средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы одноатомного газа

– уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона)

– уравнение Клапейрона $m = \text{const}$

– закон Бойля-Мариотта при $m = \text{const}$ и $T = \text{const}$

– закон Шарля при $m = \text{const}$ и $V = \text{const}$

– закон Гей-Люссака при $m = \text{const}$ и $p = \text{const}$

1. В баллоне ёмкостью $V = 100$ л находится $m = 2$ г кислорода при температуре $t = 47^\circ\text{C}$. Найти давление кислорода. Молярная масса кислорода $M = 0,032$ кг/моль.

2. Вычислить давление $\nu = 1$ моль газа при температуре $T = 300$ К, если его объём равен $V = 4,15$ м³.

3. Найти объём водорода массой $m = 1$ кг при температуре $T = 300$ К и давлении $p = 100$ кПа. Молярная масса водорода равна $M = 0,002$ кг/моль.

4*. Во сколько раз плотность воздуха зимой при температуре $t_1 = -23^\circ\text{C}$ больше плотности воздуха летом при температуре $t_2 = 27^\circ\text{C}$? Давление постоянно.

5. Вычислить универсальную газовую постоянную по результатам опыта: $m = 1$ кг водорода в объёме $V = 12$ м³ имел давление $p = 100$ кПа при температуре $T = 300$ К.

6. Определить в граммах массу углекислого газа, находящегося в баллончике объёмом $V = 6$ см³, если давление газа равно $p = 8,3$ МПа, а температура равна $t = 27^\circ\text{C}$. Молярная масса углекислого газа равна $M = 0,044$ кг/моль.

7. Вычислить давление $m = 0,001$ кг гелия с молярной массой $M = 0,004$ кг/моль, если его объём равен $V = 0,083$ м³ а температура равна $T = 280$ К.

8. Сколько молей газа содержится в объёме $V = 8,3$ м³ при давлении $p = 500$ Па и температуре $T = 250$ К?

9. Давление гелия, заполняющего оболочку аэростата объёмом $V = 16,6$ м³, равно $p = 150$ кПа. Какая масса гелия находится в аэростате, если температура гелия равна $t = 23$ °С? Молярная масса гелия равна $M = 0,004$ кг/моль.

10*. Во сколько раз число Авогадро больше числа атомов в $m = 9$ г алюминия? Молярная масса алюминия равна $M = 0,027$ кг/моль.

11*. Во сколько раз число молекул в $m = 270$ г углерода больше числа Авогадро? Молярная масса углерода равна $M = 12$ г/моль.

12*. Во сколько раз возрастёт плотность идеального газа при увеличении давления от $p_1 = 100$ кПа до $p_2 = 140$ кПа в ходе изотермического процесса?

13*. 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 $m = 0,24$ кг газа?

14*. Два сосуда, содержащие идеальные газы, соединены трубкой с краном. Давления газов в сосудах равны $p_1 = 3$ кПа и $p_2 = 7$ кПа соответственно. Определить в килопаскалях давление в сосудах после открытия крана, если первоначально число молекул в обоих сосудах одинаково. Температура постоянна.

15*. Какая масса воздуха выйдет из комнаты при повышении температуры от $T_1 = 290$ К до $T_2 = 300$ К? Объём комнаты равен $V = 49,8$ м³. Молярная масса воздуха равна $M = 29$ г/моль. Атмосферное давление равно $p_0 = 100$ кПа.

16*. В открытом сосуде объёмом $V = 0,45$ м³ находится $m = 120$ г газа. Температуру газа увеличивают от $T_1 = 300$ К до $T_2 = 450$ К при постоянном давлении $p = 166$ кПа. Сколько молей газа выйдет из сосуда?

17*. Во сколько раз возрастёт плотность газа при его охлаждении от $T_1 = 600$ К до $T_2 = 300$ К и увеличении массы газа в 3 раза? Давление газа постоянно.

18. При изотермическом сжатии давление газа возросло в 8 раз. Чему равен начальный объём газа, если в конце процесса газ занимал объём $V = 0,24$ м³?

19. В ходе изотермического процесса давление газа уменьшилось на $\Delta p = 50$ кПа. Определить в килопаскалях конечное давление газа, если его объём увеличился в 6 раз.

20. Первоначально идеальный газ занимал объём $V_1 = 12,42$ л. При охлаждении на $\Delta T = 40$ К при постоянном давлении и неизменной массе объём газа стал равным $V_2 = 10,62$ л. Определить начальную температуру газа.

21. В процессе изобарического охлаждения газа его объём уменьшился в 2 раза. Определить конечную абсолютную температуру газа, если начальная температура равна $t = 819$ °С? Масса газа остаётся постоянной.

22. Идеальный газ при температуре $T_1 = 300$ К занимает объём $V_1 = 250$ см³. Какой объём в кубических сантиметрах займет та же масса газа, если температура повысится до $T_2 = 324$ К при постоянном давлении?

23. При изобарическом нагревании идеального газа его температура увеличилась от $t_1 = 273$ °С до $t_2 = 546$ °С. Во сколько раз увеличился объём газа?

24. В ходе изобарического процесса объём газа увеличился на $\Delta V = 0,01$ м³. Во сколько раз увеличилась абсолютная температура газа, если первоначально он занимал объём $V_1 = 5$ л?

25. Начальная температура газа равна $t_1 = 54^\circ\text{C}$. На сколько градусов надо увеличить температуру газа, чтобы его объём при постоянном давлении и неизменной массе увеличился в 2 раза?

26. Давление газа в ходе изохорического нагревания увеличилось на $\Delta p = 150 \text{ кПа}$. Во сколько раз возросла температура газа, если начальное давление равнялось $p_1 = 50 \text{ кПа}$.

27. На сколько градусов можно нагреть баллон, рассчитанный на давление $p_1 = 15 \text{ МПа}$, если при $T = 300\text{К}$ его предварительно накачали до давления $p_2 = 12,5 \text{ МПа}$?

28. До какой максимальной температуры можно нагреть баллон, рассчитанный на давление $p_1 = 15 \text{ МПа}$, если при $T = 300\text{К}$ давление газа в баллоне $p_2 = 12,5 \text{ МПа}$?

29. В процессе изохорического охлаждения газа его давление уменьшилось в 3 раза. Какой была начальная температура газа по абсолютной шкале, если конечная температура равна $t_2 = 27^\circ\text{C}$?

30*. Диаграмма циклического процесса для $\nu = 0,8$ моль газа в координатах p, V образует треугольник с вершинами в точках $(166 \text{ кПа}, 12 \text{ л})$, $(166 \text{ кПа}, 24 \text{ л})$ и $(24,9 \text{ кПа}, 12 \text{ л})$. Найти разность максимальной и минимальной температур в цикле.

31*. Диаграмма циклического процесса для $\nu = 0,2$ моль газа в координатах p, T образована прямыми, соединяющими точки $(24,9 \text{ кПа}, 180 \text{ К})$, $(24,9 \text{ кПа}, 270 \text{ К})$ и $(49,8 \text{ кПа}, 240 \text{ К})$. Найти разность максимального и минимального объёмов газа в цикле.

32*. Определить разность температур начального и конечного состояния газа, если сначала объём газа изобарно увеличили в 2 раза, а затем изохорно уменьшили в два раза его давление. Температура начального состояния равна $T = 300 \text{ К}$.

33*. Во сколько раз возрастает плотность газа при изохорном охлаждении от $T_1 = 600 \text{ К}$ до $T_2 = 300 \text{ К}$?

34*. При какой температуре по шкале Кельвина средняя квадратичная скорость молекул криптона равна $V_{\text{кв}} = 830 \text{ м/с}$? Молярная масса криптона равна $M = 84 \text{ г/моль}$.

35*. В баллоне вместимостью $V = 10 \text{ л}$ находится аргон, средняя кинетическая энергия атомов которого $\langle E_{\text{к}} \rangle = 1,25 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}$. Давление газа на стенки баллона равно $p = 1 \text{ МПа}$. Определить количество вещества в баллоне.

36*. Водород, молярная масса которого равна $M = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$, находится при температуре $T = 300 \text{ К}$. Определить среднюю квадратичную скорость движения молекул водорода.

37*. Идеальный одноатомный газ, масса которого $m = 6,0 \text{ кг}$, находится в сосуде вместимостью $V = 5,0 \text{ м}^3$ при давлении $p = 196 \text{ кПа}$. Определить среднюю квадратичную скорость движения атомов газа.

Термодинамика. Циклические процессы.

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$A = p\Delta V$$

внутренняя энергия идеального одноатомного газа, где m – масса газа; M – молярная масса; R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура

– первое начало термодинамики, где A – работа, которую произвёл газ над внешними телами; ΔU – изменение внутренней энергии газа; Q – количество теплоты, которое сообщили газу

– работа газа при изобарном процессе, где ΔV – изменение объёма газа; p – давление газа

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1}$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

– КПД теплового двигателя, где A – полезная работа, которую совершил тепловой двигатель; Q_1 – количество теплоты, которое получил газ от нагревателя; $|Q_2|$ – количество теплоты, отданное холодильнику

– максимальное значение КПД идеального теплового двигателя, где T_1 и T_2 – температуры нагревателя и холодильника соответственно

1. При нагревании на $\Delta T = 7 \text{ К}$ внутренняя энергия одноатомного идеального газа увеличилась на $\Delta U = 348,6 \text{ Дж}$. Определить количество вещества.

2. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа, находящегося в баллоне объёмом $V = 0,02 \text{ м}^3$, равна $U = 600 \text{ Дж}$. Определить в килопаскалях давление газа.

3. На сколько градусов следует нагреть $\nu = 6 \text{ моль}$ идеального газа, чтобы он совершил работу, равную $A = 124,5 \text{ Дж}$? Давление газа постоянно.

4*. Какое количество вещества одноатомного идеального газа можно нагреть на $\Delta T = 5 \text{ К}$, подведя к нему $Q = 41,5 \text{ Дж}$ теплоты? Давление газа постоянно.

5*. В начальном состоянии температура газа равна $T_1 = 295 \text{ К}$. В конечном состоянии газ занимает объём $V = 1 \text{ л}$ при температуре $T_2 = 300 \text{ К}$. Определить работу газа в ходе процесса, если давление в газе постоянно и равно $p = 300 \text{ кПа}$.

6. Идеальный газ нагрели на $\Delta T = 20 \text{ К}$ при постоянном давлении, и газ совершил работу $A = 249 \text{ Дж}$. Сколько молей газа нагревали?

7. Во сколько раз работа, совершаемая газом при изобарном расширении с давлением $p_1 = 300 \text{ кПа}$, больше работы газа при изобарном расширении с давлением $p_2 = 100 \text{ кПа}$, если изменение объёма в обоих случаях одинаково?

8. Какую работу совершает газ, расширяясь изобарно при давлении $p = 200 \text{ кПа}$ от объёма $V_1 = 1,6 \text{ л}$ до объёма $V_2 = 2,5 \text{ л}$?

9*. Один моль идеального газа изобарно нагревают так, что его объём возрастает в 1,5 раза. Определить работу газа в этом процессе, если начальная температура газа равна $T = 200 \text{ К}$.

10. Внутренняя энергия газа увеличилась на $\Delta U = 29 \text{ Дж}$ при подведении к нему $Q = 44 \text{ Дж}$ теплоты. Определить работу, совершённую газом.

11. При расширении газ совершил работу, равную $A = 15 \text{ Дж}$. Найти изменение его внутренней энергии, если количество теплоты, подведённой к газу, равно $Q = 32 \text{ Дж}$.

12. Газ нагревают при постоянном объёме. Какое количество теплоты следует подвести к $\nu = 1 \text{ моль}$ газа, чтобы его температура возросла на $\Delta T = 10 \text{ К}$? Газ считать одноатомным.

13. Вычислить количество теплоты, необходимое для нагревания $\nu = 2 \text{ моль}$ идеального газа на $\Delta T = 10 \text{ К}$ при постоянном давлении, если при этом газом совершена работа $A = 166 \text{ Дж}$. Газ одноатомный.

14. При адиабатическом расширении газом совершена работа $A = 53 \text{ Дж}$. Определить изменение внутренней энергии газа.

15. Определить в процентах коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины, если температура нагревателя равна $T_n = 400 \text{ К}$, а температура холодильника равна $T_x = 300 \text{ К}$.

16. Максимальный коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины равен $\eta = 20\%$. Определить по абсолютной шкале температуру нагревателя, если температура холодильника равна $T_x = 300\text{ K}$.

17*. В двух закрытых баллонах находится по $\nu = 1$ моль идеального одноатомного газа. Внутренняя энергия газа в первом баллоне равна $U_1 = 8\text{ кДж}$, во втором – $U_2 = 12\text{ кДж}$. Во сколько раз абсолютная температура газа во втором баллоне больше, чем в первом?

18*. Баллон ёмкостью $V = 50\text{ л}$ содержит аргон под давлением $p = 200\text{ кПа}$. Каким будет в килопаскалях давление газа, если ему сообщить $Q = 3\text{ кДж}$ теплоты? Объём баллона остается неизменным.

19*. В координатах, p (давление) V (объем) график процесса в идеальном одноатомном газе имеет вид прямой, соединяющей точки $(100\text{ кПа}; 0,8\text{ л})$ и $(80\text{ кПа}; 1\text{ л})$. Определить максимальное значение внутренней энергии газа в ходе процесса. Масса газа постоянна.

20. Вычислить изменение внутренней энергии $\nu = 2$ моль идеального газа при изменении его температуры от $T_1 = 300\text{ K}$ до $T_2 = 307\text{ K}$. Газ считать одноатомным.

21*. При изобарном нагревании от $T_1 = 300\text{ K}$ до $T_2 = 350\text{ K}$ газ совершил работу $A = 100\text{ Дж}$. Какую работу совершил газ при дальнейшем изобарическом нагревании на $\Delta T = 25\text{ K}$? Масса газа постоянна.

22*. Одноатомный идеальный газ находится в закрытом баллоне ёмкостью $V = 5\text{ л}$. Какое количество теплоты нужно сообщить газу, чтобы повысить его давление на $\Delta p = 20\text{ кПа}$?

23*. Количество вещества $\nu = 2$ моль идеального одноатомного газа расширяются без теплообмена с окружающей средой. Температура газа в ходе расширения уменьшилась на $\Delta T = 10\text{ K}$. Определить работу, совершённую газом при расширении.

24*. В координатах p, V график циклического процесса имеет вид прямых, соединяющих точки $(200\text{ кПа}, 1\text{ л})$, $(100\text{ кПа}, 2\text{ л})$, $(100\text{ кПа}, 1\text{ л})$. Определить абсолютное значение работы, совершаемой газом за цикл.

25*. Количество вещества $\nu = 1$ моль гелия нагревают при постоянном давлении от температуры $T = 100\text{ K}$. Какое количество тепла необходимо сообщить газу, чтобы его объём утроился?

26*. В процессе изобарического нагревания гелия к нему было подведено $Q = 300\text{ Дж}$ теплоты. Определить работу, совершённую этим газом.

27*. Один моль $\nu = 1$ моль идеального газа, находящегося при температуре $T = 300\text{ K}$, изохорно охлаждается так, что его давление падает в 3 раза. Затем газ изобарно расширяется до установления начальной температуры. Определить работу газа в ходе всего процесса.

28*. При изобарном нагревании одноатомного идеального газа его внутреннюю энергию увеличили на $\Delta U = 120\text{ Дж}$. Определить работу, совершённую газом.

29*. При адиабатном сжатии температура гелия возросла на $\Delta T = 2\text{ K}$. Определить массу газа в граммах, если при сжатии была совершена работа $A = 996\text{ Дж}$. Молярная масса гелия равна $M = 4\text{ г/моль}$.

30*. В закрытом сосуде объёмом $V = 2\text{ л}$ находится гелий, плотность которого равна $\rho = 2\text{ кг/м}^3$. Какое количество теплоты надо сообщить гелию, чтобы повысить его температуру на $\Delta T = 10\text{ K}$? Гелий считать идеальным газом.

31*. Найти количество теплоты, необходимое для нагревания $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа на $\Delta T = 20$ К при постоянном давлении.

32*. Один моль $\nu = 1$ моль идеального одноатомного газа нагревается при постоянном объёме до конечной температуры $T = 600$ К. Какое количество теплоты сообщено газу, если при нагревании его давление возросло в 1,5 раза?

33. Максимальный коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины равен $\eta = 25$ %. Определить по абсолютной шкале температуру холодильника, если температура нагревателя равна $T = 400$ К.

34*. Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины равен $\eta = 0,2$. Какое количество теплоты получает за цикл холодильник, если при этом машина совершает работу $A = 100$ Дж?

35. Определить в процентах коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины, если количество теплоты, полученное от нагревателя за цикл, равно $Q = 500$ Дж, а количество теплоты, переданное холодильнику, составляет $Q = 400$ Дж.

36. Какую долю составляет разность температур нагревателя и холодильника идеальной тепловой машины от температуры нагревателя, если максимальный коэффициент полезного действия машины равен $\eta = 17$ %?

37*. Определить разность температур нагревателя и холодильника идеальной тепловой машины, если температура нагревателя равна $T_H = 400$ К, а максимальное значение коэффициента полезного действия равно $\eta = 20$ %.

38*. Определить в процентах коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины, температура холодильника которой равна $T_x = 300$ К, а разность температур нагревателя и холодильника равна $\Delta T = 100$ К.

39*. Коэффициент полезного действия тепловой машины равен $\eta = 15$ %. Какое количество теплоты передано от нагревателя рабочему веществу за время, в течение которого машиной совершена полезная работа $A = 150$ Дж?

40*. Идеальная тепловая машина совершает за цикл работу $A = 100$ Дж. Какое количество теплоты получено при этом от нагревателя, если коэффициент полезного действия машины равен $\eta = 0,2$?

41*. Один моль $\nu = 1$ моль гелия совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Максимальное давление в цикле в 2 раза больше минимального, а максимальный объём в 1,5 раза больше минимального. Определить в процентах коэффициент полезного действия цикла.

42*. Во сколько раз температура нагревателя тепловой машины больше температуры холодильника, если коэффициент полезного действия машины равен $\eta = 20$ %?

Тепловые процессы

| | |
|--------------------------------------|---|
| $C = \frac{Q}{\Delta T}$ | – теплоёмкость тела, где Q – количество теплоты, которое сообщили телу; ΔT – изменение температуры тела |
| $c = \frac{Q}{m\Delta T}$ | – удельная теплоёмкость вещества; m – масса вещества |
| $c_\nu = \frac{Q}{\nu\Delta T} = cM$ | – молярная теплоёмкость, где ν – количество вещества; M – молярная масса |
| $Q = cm(T_2 - T_1)$ | – количество теплоты, необходимое для нагревания тела; где c – удельная теплоёмкость вещества; m – масса тела; T_1 и T_2 – начальная и конечная температуры тела соответственно |

$$Q = \lambda m$$

$$Q = r m$$

$$Q = q m$$

– количество теплоты, которое необходимо для изменения агрегатного состояния вещества, где λ – удельная теплота плавления; r – удельная теплота парообразования; q – удельная теплота сгорания топлива

1. Определить удельную теплоёмкость меди, если при остывании $m = 3$ кг меди на $\Delta T = 2$ К выделилось $Q = 2340$ Дж теплоты?

2. Определить теплоёмкость свинцового бруска массой $m = 6$ кг, если известно, что удельная теплоёмкость свинца равна $c = 130$ Дж/(кг К).

3. Какое количество теплоты выделяется при сгорании $m = 0,1$ г бензина? Удельная теплота сгорания бензина равна $q = 4,61 \cdot 10^7$ Дж/кг.

4. Теплоёмкость стального тела равна $C = 920$ Дж/К, а удельная теплоёмкость стали составляет $c = 460$ Дж/(кг К). Определить по этим данным массу тела.

5. Для нагревания $m = 0,1$ кг жидкости на $\Delta T = 30$ К затрачено $Q = 12,45$ кДж теплоты. Определить по этим данным удельную теплоёмкость жидкости.

6. Какое количество теплоты выделяется при конденсации $m = 0,1$ г водяного пара, происходящей при постоянной температуре? Удельная теплота парообразования равна $r = 2260$ Дж/г.

7. Какое количество теплоты нужно сообщить $m = 0,1$ кг воды для её нагрева на $\Delta T = 10$ К? Удельная теплоёмкость воды равна $c = 4200$ Дж/кг К.

8. В процессе конденсации $m = 2$ кг водяного пара выделилось $Q = 4500$ кДж теплоты. Определить в килоджоулях на килограмм удельную теплоту парообразования воды.

9. Какую наибольшую массу олова, взятого при температуре плавления, можно расплавить, сообщив ему $Q = 118$ кДж теплоты? Удельная теплота плавления олова равна $\lambda = 59$ кДж/кг.

10. Какое количество льда, взятого при температуре плавления, можно расплавить, сообщив льду $Q = 167$ кДж теплоты? Удельная теплота плавления льда равна $\lambda = 334$ кДж/кг.

11. Сколько воды можно нагреть от $T = 273$ К до точки кипения при нормальном атмосферном давлении, если сообщить ей $Q = 3150$ Дж теплоты? Удельную теплоёмкость принять $c = 4200$ Дж/(кг К). Ответ дать в граммах.

12*. В калориметре смешали $V_1 = 3$ л воды при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$ и $V_2 = 21$ л воды при температуре $t_2 = 60^\circ\text{C}$. Определить в градусах Цельсия установившуюся температуру. Потерями тепла на нагревание калориметра пренебречь.

13*. На сколько градусов нагреется свинцовая пуля массой $m = 9$ г, имеющая кинетическую энергию $E_k = 54$ Дж, если эта энергия полностью пойдет на её нагревание? Удельная теплоёмкость свинца $c = 150$ Дж/(кг К).

14. Какое количество тепла потребуется для нагревания $m = 2,5$ г воды от $T = 273$ К до точки кипения при нормальном атмосферном давлении? Удельная теплоёмкость воды равна $c = 4200$ Дж/(кг К).

15*. Найти высоту, на которой потенциальная энергия груза массой $M = 1000$ кг равна количеству теплоты, выделившейся при остывании воды массой $m = 0,2$ кг на $\Delta T = 50$ К. Удельная теплоёмкость воды равна $c = 4200$ Дж/(кг К).

16*. Воду с температурой $t_1 = 20^\circ\text{C}$ смешивают с водой при температуре $t_2 = 100^\circ\text{C}$. Определить отношение массы холодной воды к массе горячей, если установившаяся температура равна $\theta = 40^\circ\text{C}$. Тепловыми потерями пренебречь.

17*. Тело с удельной теплоёмкостью $c = 500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ свободно падает с высоты $h = 30 \text{ м}$. Насколько увеличится его температура, если вся кинетическая энергия тела при ударе о Землю перейдет в теплоту? Сопротивлением воздуха пренебречь.

18*. В калориметре находится $m = 0,3 \text{ кг}$ воды при температуре $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Сколько граммов воды с температурой $t_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ нужно добавить в калориметр, чтобы установившаяся температура равнялась $\theta = 25 \text{ }^\circ\text{C}$? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

19*. Определить в процентах коэффициент полезного действия примуса, если известно, что, сжигая $m_1 = 300 \text{ г}$ керосина, можно довести до кипения при нормальном атмосферном давлении $m_2 = 15 \text{ кг}$ воды, взятой при температуре $T = 281 \text{ К}$. Удельная теплота сгорания керосина $q = 44 \text{ МДж}/\text{кг}$. Удельная теплоёмкость воды $c = 4,2 \text{ Дж}/(\text{г} \cdot \text{К})$.

20*. В тающую льдину попадает пуля массой $m = 0,01 \text{ кг}$, летящая со скоростью $V = 990 \text{ м}/\text{с}$. Считая, что треть энергии пули пошла на плавление льда, найти в граммах массу растаявшего льда. Удельная теплота плавления льда равна $s = 330 \text{ Дж}/\text{г}$.

21*. Имеется два свинцовых шарика. Во сколько раз масса первого шарика больше массы второго, если для нагревания первого шарика на $\Delta T = 1,5 \text{ К}$ затрачено теплоты в три раза больше, чем для нагревания второго на $\Delta T = 1 \text{ К}$?

22*. При полном сгорании $m_1 = 10 \text{ г}$ бензина выделяется такое же количество теплоты, как и при полном сгорании $m_2 = 30 \text{ г}$ торфа. Во сколько раз удельная теплота сгорания бензина больше удельной теплоты сгорания торфа?

23*. Самолёт израсходовал $m = 5 \text{ т}$ бензина за $\Delta t = 1 \text{ ч}$ полёта при КПД двигателей $\eta = 40 \text{ \%}$. Определите мощность двигателей самолёта. Удельная теплота сгорания бензина $q = 46 \text{ МДж}/\text{кг}$.

Электродинамика

Электростатика

| | |
|---|--|
| $q = eN$ | – заряд тела (частицы), где e – элементарный заряд; N – число элементарных зарядов |
| $q_1 + q_2 + \dots = q'_1 + q'_2 + \dots$ | – закон сохранения заряда для замкнутых систем |
| $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{ q_1 q_2 }{\epsilon \cdot r^2}$ | – закон Кулона, где F – модуль силы взаимодействия двух точечных зарядов; q_1, q_2 – точечные заряды; r – расстояние между зарядами; ϵ_0 – электрическая постоянная; ϵ – диэлектрическая проницаемость среды |
| $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$ | – напряжённость электрического поля, где \vec{F} – сила, действующая на положительный пробный заряд q_0 , |
| $\epsilon = \frac{E_0}{E}$ | – диэлектрическая проницаемость среды, где E_0 и E – напряжённость электрического поля в вакууме и среде соответственно |
| $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{\epsilon \cdot r^2}$ | – напряжённость электрического поля точечного заряда в некоторой точке, где q – заряд, создающий поле; r – расстояние от заряда до точки |
| $\vec{E}_p = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$ | – принцип суперпозиции полей, где \vec{E}_p – напряжённость результирующего поля |
| $\sigma = \frac{q}{S}$ | – поверхностная плотность заряда, где q – величина заряда; S – площадь поверхности |

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0\varepsilon}$$

$$\varphi = \frac{W}{q_0}$$

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon} \frac{q}{r}$$

$$\varphi_p = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n$$

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d} = \frac{U}{d}$$

– модуль напряжённости поля, создаваемого бесконечной заряженной плоскостью

– потенциал электростатического поля в точке, где W – потенциальная энергия пробного заряда q_0 , который находится в данной точке

– потенциал поля точечного заряда в некоторой точке, где q – заряд; r – расстояние от заряда до точки

– принцип суперпозиции полей для потенциала, где φ_p – потенциал результирующего поля

– связь напряжённости однородного электрического поля с напряжением U , где d – расстояние между точками 1 и 2 поля

1. Заряд небольшого проводящего шарика равен $q_1 = 5$ мкКл. Во сколько раз увеличится заряд этого шарика, если его привести в контакт с таким же шариком, заряд которого равен $q_2 = 15$ мкКл?

2. Два одинаковых металлических шарика с зарядами $q_1 = -3$ мкКл и $q_2 = 8$ мкКл на короткое время соединяются тонкой провололочкой. Определить в микрокулонах величину заряда одного из шариков после того, как уберут провололочку.

3. Определить расстояние между двумя одинаковыми точечными зарядами по $q = 3$ мкКл каждый, находящимися в вакууме, если модуль силы взаимодействия между ними равен $F = 100$ мН.

4. Определить значение заряда, если известно, что в электрическом поле напряжённостью $E = 5000$ В/м на заряд действует сила $F = 30$ Н. Ответ записать в милликулонах.

5. Во сколько раз возрастёт значение потенциала в некоторой точке поля точечного заряда при увеличении заряда в 3 раза?

6. Во сколько раз уменьшится модуль напряжённости электрического поля точечного заряда при увеличении расстояния от заряда до точки наблюдения в 3 раза?

7. Во сколько раз модуль напряжённости электрического поля точечного заряда на расстоянии $r_1 = 10$ см от заряда больше модуля напряжённости поля на расстоянии $r_2 = 20$ см от заряда?

8. Модуль напряжённости электрического поля на расстоянии $r = 2$ м от точечного заряда равен $E = 7200$ кВ/м. Определить в милликулонах величину заряда.

9*. Электрическое поле создано точечным зарядом $q = 2,5$ мкКл, расположенным в начале прямоугольной системы координат $(X; Y)$, где x, y даны в метрах. Определить модуль напряжённости электрического поля в точке $(3; 4)$.

10. Определить потенциал электрического поля точечного заряда $q = 2$ мкКл в точке, расположенной на расстоянии $r = 3$ м от заряда.

11. На расстоянии $r = 30$ м от уединённого точечного заряда потенциал электрического поля равен $\varphi = 3000$ В. Определить по этим данным модуль заряда в микрокулонах.

12. Заряд металлического шара радиусом $r_1 = 2$ м равен $q = 5$ мкКл. Определить модуль напряжённости электрического поля на расстоянии $r_2 = 1,5$ м от центра шара.

13. Электрическое поле образовано наложением двух однородных полей с напряжённостями $E_1 = 250$ В/м и $E_2 = 400$ В/м. Определить минимально и максимально возможное значение модуля напряжённости результирующего поля.

14*. Две эквипотенциальные поверхности с потенциалами $\varphi_1 = 50 \text{ В}$ и $\varphi_2 = 100 \text{ В}$ находятся на расстоянии $d = 0,1 \text{ м}$. Определить модуль напряжённости электрического поля.

15*. Какую работу в микроджоулях совершает однородное электрическое поле напряжённостью $E = 100 \text{ В/м}$ при перемещении заряда $q = 2 \text{ мкКл}$ на $r = 2 \text{ см}$ в направлении, составляющем угол $\alpha = 60^\circ$ с направлением силовых линий?

16*. Определить кинетическую энергию заряда $q = 1,41 \text{ Кл}$, который из состояния покоя прошел разность потенциалов $\Delta\varphi = 500 \text{ В}$.

17*. Какую максимальную работу может совершить сила, действующая на заряд $q = 10 \text{ мкКл}$ со стороны однородного электрического поля с напряжённостью $E = 15 \text{ кВ/м}$, при его перемещении на $r = 2 \text{ см}$?

18. Определить потенциальную энергию точечного заряда $q = 5 \text{ мкКл}$, помещённого в электрическом поле в точку, потенциал которой равен $\varphi = 8000 \text{ В}$.

19*. Во сколько раз уменьшится сила взаимодействия двух одинаковых точечных зарядов, если каждый заряд уменьшить в 2 раза и перенести их из вакуума в среду с диэлектрической проницаемостью, равной 2,5? Расстояние между зарядами не меняется.

20*. Два одинаковых маленьких заряженных шарика подвешены на тонких длинных нитях и находятся в керосине. Какова плотность шариков, если в воздухе нити расходятся на такой же угол, как в керосине? Плотность керосина равна $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$, диэлектрическая проницаемость керосина равна $\epsilon = 2$.

21*. Одинаковые металлические шарики с зарядами $q_1 = 1 \text{ мкКл}$ и $q_2 = 4 \text{ мкКл}$ находятся на расстоянии $r = 1 \text{ м}$ друг от друга. Шарики привели в соприкосновение. На какое расстояние следует развести шарики, чтобы сила их кулоновского взаимодействия осталась прежней?

22*. Во сколько раз увеличится сила взаимодействия двух одинаковых точечных зарядов, если значение каждого заряда уменьшить в 2 раза, а расстояние между ними уменьшить в 4 раза?

23*. Во сколько раз уменьшится сила взаимодействия между маленькими одинаковыми металлическими шариками с зарядами $q_1 = 1 \text{ мкКл}$ и $q_2 = 3 \text{ мкКл}$, если их после соприкосновения развести на расстояние вдвое большее, чем первоначальное?

24*. Электрическое поле образовано наложением двух однородных полей с напряжённостями $E_1 = 200 \text{ В/м}$ и $E_2 = 300 \text{ В/м}$. Силовые линии этих полей направлены в одном направлении. Определить в миллиньютонах модуль силы, действующей на заряд $q = 0,3 \text{ мкКл}$, помещённый в некоторую точку этого поля.

25*. В однородном электрическом поле заряд $q = 0,37 \text{ Кл}$ движется вдоль силовой линии с постоянной скоростью. Определить модуль силы сопротивления движению, если напряжённость поля равна $E = 800 \text{ В/м}$.

26*. В однородном электрическом поле с напряжённостью $E = 50 \text{ В/м}$ находится в равновесии капелька с зарядом $q = 2 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$. Определить в миллиграммах массу капельки.

27*. На какой угол в градусах отклонится от вертикали маленький шарик с зарядом $q = 400 \text{ мкКл}$ и массой $m = 4 \text{ г}$, подвешенный на шелковой нити, если его поместить в горизонтальное однородное поле с напряжённостью $E = 100 \text{ В/м}$?

28*. Два точечных заряда $q_1 = 1 \text{ Кл}$ и $q_2 = 4 \text{ Кл}$ расположены в вакууме на расстоянии $r = 12 \text{ м}$ друг от друга. На каком расстоянии от второго заряда напряжённость электрического поля равна нулю?

29*. Два одинаковых точечных заряда по $q = 2 \text{ мкКл}$ находятся в точках $(0; 0)$ и $(2; 0)$ прямоугольной системы координат $(X; Y)$, где x, y заданы в метрах. Определить проекцию на ось X вектора напряжённости электрического поля в точке $(1; 1)$.

30*. На расстоянии $r_1 = 4 \text{ м}$ от уединённого положительного точечного заряда потенциал электрического поля равен $\varphi = 100 \text{ В}$. Определить модуль вектора напряжённости поля на расстоянии $r_2 = 5 \text{ м}$ от заряда.

31*. При переносе точечного заряда из первой среды во вторую потенциал поля на расстоянии $r = 1 \text{ м}$ от заряда изменился со $\varphi_1 = 180 \text{ В}$ до $\varphi_2 = 100 \text{ В}$. Во сколько раз относительная диэлектрическая проницаемость второй среды больше, чем относительная диэлектрическая проницаемость первой?

32*. Два точечных заряда $q_1 = +0,1 \text{ мкКл}$ и $q_2 = -0,1 \text{ мкКл}$ расположены в вакууме на расстоянии $r = 5 \text{ м}$ друг от друга. Определить потенциал электрического поля в точке, расположенной на расстоянии $r_1 = 3 \text{ м}$ от первого заряда и $r_2 = 4 \text{ м}$ от второго?

33*. В трёх вершинах квадрата со стороной $a = 1 \text{ м}$ находятся положительные точечные заряды величиной по $q = 0,1 \text{ мкКл}$. Определить модуль напряжённости электрического поля в центре квадрата.

34*. На концах отрезка расположены заряды по $q_1 = +12 \text{ мкКл}$. Определить модуль силы, действующей на заряд $q_2 = 1,5 \text{ мкКл}$ в точке, удалённой на $r_1 = 2,5 \text{ см}$ от отрезка и на $r_2 = 5 \text{ см}$ от его концов.

35*. В трёх вершинах квадрата со стороной $a = 30 \text{ см}$ находятся точечные заряды по $q = 0,001 \text{ мкКл}$. Определить модуль напряжённости поля в четвертой вершине квадрата.

36*. В трех вершинах квадрата со стороной $a = 4,5 \text{ м}$ находятся положительные точечные заряды по $q = 0,1 \text{ мкКл}$ каждый. Найти потенциал электрического поля в четвертой вершине квадрата.

37*. На двух проводящих концентрических сферах с радиусами $r_1 = 20 \text{ см}$ и $r_2 = 4 \text{ см}$ находятся заряды $q_1 = 0,2 \text{ мкКл}$ и $q_2 = 0,3 \text{ мкКл}$. Найти модуль напряжённости электрического поля на расстоянии $r = 60 \text{ см}$ от поверхности внешней сферы.

38*. На расстоянии $r_1 = 1 \text{ м}$ от центра заряженного металлического шара радиусом $R = 3 \text{ м}$ потенциал электрического поля равен $\varphi = 3 \text{ В}$. Определить потенциал электрического поля на расстоянии $r_2 = 2 \text{ м}$ от центра шара.

39*. Металлическая сфера диаметром $d = 0,6 \text{ м}$ имеет заряд $q = 0,3 \text{ мкКл}$. Определить максимальное значение модуля напряжённости электрического поля, созданного заряженной сферой. Ответ записать в киловольтах на метр.

40*. Какую разность потенциалов должен пройти первоначально покоящийся электрон, чтобы приобрести кинетическую энергию $E_k = 150 \text{ эВ}$?

41*. Определить скорость пылинки массой $m = 0,01 \text{ г}$ и зарядом $q = 5 \text{ мкКл}$, когда она пройдет из состояния покоя ускоряющую разность потенциалов $U = 100 \text{ В}$.

42*. Точечный заряд $q_1 = 2 \text{ мкКл}$ закреплен в точке $(0; 0)$ прямоугольной системы координат $(X; Y)$, где y заданы в метрах. Какую работу совершает электрическое поле, созданное этим зарядом, при переносе другого точечного заряда в $q_2 = 1 \text{ мкКл}$ из точки $(2; 0)$ в точку $(0; 2)$?

43*. С каким максимальным по значению ускорением может двигаться тело массой $m = 10 \text{ г}$ и зарядом $q = 1 \text{ мкКл}$ вблизи поверхности Земли под действием сил тяготения и силы со стороны однородного электрического поля с напряжённостью $E = 10 \text{ кВ/м}$?

Конденсаторы

$$C = \frac{q}{\varphi}$$

– электроёмкость уединённого проводника, где q – заряд проводника; φ – потенциал проводника

$$C = \frac{q}{U}$$

– электроёмкость конденсатора, где q – заряд конденсатора; U – напряжение между пластинами

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$$

– электроёмкость плоского конденсатора, где S – площадь пластины; d – расстояние между пластинами; ε – диэлектрическая проницаемость среды между пластинами конденсатора; ε_0 – электрическая постоянная

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon}$$

– напряжённость поля между пластинами плоского конденсатора; σ – поверхностная плотность заряда

$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

– электроёмкость батареи конденсаторов при их последовательном соединении, где C_i – электроёмкость отдельного конденсатора

$$C = \sum_{i=1}^n C_i$$

– электроёмкость батареи конденсаторов при их параллельном соединении, где C_i – электроёмкость отдельного конденсатора

$$W = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$$

– энергия электростатического поля плоского заряженного конденсатора, где q – заряд конденсатора; U – напряжение между пластинами; C – электроёмкость

1. Определите электроёмкость уединённого проводящего шара диаметром $d = 3$ см, находящегося в масле.

2. Определите потенциал металлического шара ёмкостью $C = 4,5$ пФ, находящегося в воздухе, если его заряд $q = 180$ нКл.

3. Во сколько раз заряд конденсатора ёмкостью $C_1 = 4$ мкФ меньше заряда конденсатора ёмкостью $C_2 = 6$ мкФ при одинаковом напряжении на обкладках?

4. Заряд конденсатора $q = 0,03$ Кл, разность потенциалов на его обкладках $\Delta\varphi = 20$ В. Определить ёмкость конденсатора. Ответ записать в миллифарадах.

5. Электрический заряд на одной пластине конденсатора $q_1 = +3$ мкКл, на другой $q_2 = -3$ мкКл, напряжение между пластинами $U = 6$ В. Чему равна электроёмкость конденсатора в микрофарадах?

6. Плоский конденсатор состоит из двух круглых пластин. Во сколько раз возрастёт ёмкость конденсатора при увеличении диаметра пластин вдвое? Расстояние между пластинами не меняется.

7. Во сколько раз возрастёт ёмкость плоского конденсатора при увеличении заряда на его обкладках в 2 раза? Размеры конденсатора не меняются.

8. Во сколько раз увеличится энергия электрического поля в конденсаторе, если заряд на пластинах конденсатора увеличить в 2 раза?

9. Определить энергию конденсатора, если его заряд равен $q = 0,03$ Кл, а разность потенциалов между обкладками составляет $\Delta\varphi = 1000$ В.

10. Определить энергию конденсатора ёмкостью $C = 3$ мкФ, заряжённого до разности потенциалов $\Delta\varphi = 3000$ В.

11. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора равна $\Delta\varphi = 20$ В, а напряжённость однородного электрического поля в конденсаторе равна

$E = 2000 \text{ В/м}$. Чему равно расстояние между пластинами конденсатора? Ответ записать в сантиметрах.

12*. Два одинаковых плоских конденсатора ёмкостью $C = 100 \text{ мкФ}$ каждый заряжены до разности потенциалов $\Delta\varphi_1 = 100 \text{ В}$ и $\Delta\varphi_2 = 300 \text{ В}$ соответственно. Какая энергия выделится при перераспределении заряда, если разноименные пластины конденсаторов соединить проводником?

13. Расстояние между обкладками плоского конденсатора $d = 5 \text{ см}$, а разность потенциалов $U = 500 \text{ В}$. С какой силой поле внутри конденсатора действует на заряд $q = 0,007 \text{ мкКл}$, помещённый посередине между обкладками? Ответ дать в микроныютонах.

14*. Плоский конденсатор зарядили так, что напряжённость поля внутри конденсатора равна $E = 315 \text{ В/м}$ и, не отключая от источника тока, увеличили расстояние между пластинами в 3 раза. Определить модуль напряжённости поля в конденсаторе после раздвижения пластин.

15*. Конденсатор ёмкостью $C = 8 \text{ мкФ}$ подключен к источнику тока напряжением $U = 100 \text{ В}$. Вычислить работу, совершаемую при вдвигании в конденсатор пластины с относительной диэлектрической проницаемостью, равной $\epsilon = 4$. Пластина заполняет весь объём конденсатора.

16*. В конденсаторе переменной ёмкости площадь пластин может меняться от $S_1 = 1,5 \text{ см}^2$ до $S_2 = 4,5 \text{ см}^2$ при неизменном расстоянии между пластинами. Во сколько раз наибольшее значение ёмкости конденсатора больше наименьшего?

17*. Конденсаторы ёмкостью $C_1 = 4,5 \text{ мкФ}$ и $C_2 = 1,5 \text{ мкФ}$ соединили последовательно и подключили к источнику тока напряжением $U = 120 \text{ В}$. Определить разность потенциалов между обкладками конденсатора ёмкостью $C_2 = 1,5 \text{ мкФ}$.

18*. Два плоских конденсатора ёмкостью $C = 2 \text{ мкФ}$ каждый, соединённых последовательно, подключили к источнику напряжения $U = 360 \text{ В}$ и затем отключили. Определить напряжение на конденсаторах, если их соединить параллельно одноимёнными пластинами.

19*. Два одинаковых конденсатора, соединённых параллельно, зарядили до напряжения $U = 40 \text{ В}$ и отключили от цепи. Определить разность потенциалов на воздушном конденсаторе, если пространство между обкладками другого конденсатора заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью, равной $\epsilon = 7$.

20*. Расстояние между пластинами заряжённого и отключенного от цепи плоского конденсатора увеличивается в 2 раза. Во сколько раз возрастёт при этом энергия электрического поля в конденсаторе?

21*. Конденсатор заряжён до разности потенциалов $U = 300 \text{ В}$ и отключён от источника тока. Определить в миллиджоулях работу внешней силы по увеличению расстояния между пластинами конденсатора вдвое. Заряд конденсатора $q = 100 \text{ мкКл}$.

22*. Воздушный конденсатор ёмкостью $C = 32 \text{ мкФ}$ заряжён до напряжения $U = 100 \text{ В}$ и отключен от источника питания. Какую работу совершат силы электростатического поля при заполнении всего объёма между пластинами диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью, равной $\epsilon = 4$?

23. С какой силой притягиваются пластины конденсатора, если его энергия равна $W = 0,1 \text{ Дж}$, а расстояние между пластинами $d = 4 \text{ мм}$?

24. Энергия плоского воздушного конденсатора $E_1 = 0,2 \text{ мкДж}$. Определите энергию E_2 этого конденсатора после того, как его заполнили диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$, если конденсатор отключен от источника питания.

25. Энергия плоского воздушного конденсатора $E_1 = 0,2$ мкДж. Определите энергию E_2 этого конденсатора после того, как его заполнили диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$, если конденсатор подключен к источнику питания.

Законы постоянного тока

| | |
|--|--|
| $I = \frac{q}{t} = en(v)S$ | – сила постоянного тока, где q – заряд, который проходит через поперечное сечение проводника за время t ; e – элементарный заряд; n – концентрация свободных зарядов в проводнике; $\langle v \rangle$ – средняя скорость направленного движения свободных зарядов; S – площадь поперечного сечения проводника |
| $j = \frac{I}{S} = en(v)$ | – плотность постоянного тока |
| $R = \frac{\rho l}{S}$ | – сопротивление проводника, где l – длина проводника; S – площадь поперечного сечения; ρ – удельное сопротивление |
| $\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$ | – удельное сопротивление при температуре T , где ρ_0 – удельное сопротивление при температуре T_0 ; α – температурный коэффициент сопротивления |
| $I = \frac{U}{R}$ | – закон Ома для участка цепи; I – сила тока, который идет через проводник (участок цепи); U – напряжение на участке цепи; R – сопротивление участка |
| $R = \sum_{i=1}^n R_i$ | – сопротивление участка цепи проводников, которые соединили последовательно; где R_i – сопротивление i -го проводника; n – число проводников |
| $\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$ | – сопротивление участка цепи проводников, которые соединили параллельно; где R_i – сопротивление i -го проводника; n – число проводников |
| $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ | – закон Ома для замкнутой (полной) цепи, где \mathcal{E} – ЭДС (электродвижущая сила) источника; R – внешнее сопротивление; r – внутреннее сопротивление (сопротивление источника); I – сила тока в цепи |
| $I_{\text{к.з.}} = \frac{\mathcal{E}}{r}$ | – ток короткого замыкания |
| $I = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{r}{n}}$ | – закон Ома для замкнутой (полной) цепи, которая содержит батарею из n источников ЭДС, соединённых параллельно; \mathcal{E} и r – ЭДС и внутреннее сопротивление одного источника |
| $I = \frac{n\mathcal{E}}{R + nr}$ | – закон Ома для замкнутой (полной) цепи, которая содержит батарею из n источников ЭДС, соединённых последовательно; \mathcal{E} и r – ЭДС и внутреннее сопротивление одного источника |
| $A = \frac{U^2}{R} t = IUt = I^2 Rt = Q$ | – закон Джоуля-Ленца; A – работа тока на участке цепи; Q – количество теплоты, которое выделяется в цепи при |

$$P = \frac{A}{t} = \frac{U^2}{R} = IU = I^2 R = \frac{Q}{t}$$

$$\eta = \frac{P_{II}}{P_{II}} = \frac{U}{\varepsilon} = \frac{R}{R+r}$$

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

прохождении тока, где t – время протекания тока
 – мощность тока на участке цепи; U , I и R – напряжение, сила тока и сопротивление на участке цепи
 – КПД источника тока; P_{II} – полезная мощность; P_{II} – мощность источника
 – работа электростатического поля по перемещению заряда q из точки 1 с потенциалом φ_1 в точку 2 с потенциалом φ_2

1. Найти значение заряда, проходящего через поперечное сечение проводника за $t = 3$ мин, если сила тока в проводнике равна $I = 0,1$ А.

2*. Число свободных электронов в $V = 1$ м³ меди равно $N = 10^{28}$. Найти значение скорости направленного движения электронов в медном проводе с площадью поперечного сечения $S = 5$ мм², по которому протекает ток силой $I = 400$ А.

3. Найти в квадратных миллиметрах площадь поперечного сечения проводника сопротивлением $R = 0,5$ Ом, если удельное сопротивление материала проводника равно $\rho = 8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м, а его длина $L = 50$ м.

4. Удельное сопротивление материала проводника $\rho = 3 \cdot 10^{-4}$ Ом·м. Найти сопротивление проводника длиной $L = 10$ м и площадью сечения $S = 1$ мм².

5. Напряжение, приложенное к участку цепи, равно $U = 168$ В. Сила тока в цепи равна $I = 7$ А. Найти сопротивление участка цепи.

6. Какое максимальное сопротивление можно получить, соединив резисторы $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и $R_3 = 70$ Ом?

7. По резистору сопротивлением $R = 7$ Ом протекает электрический ток силой $I = 24$ А. Определить падение напряжения на этом резисторе.

8. Гирлянда из $N = 10$ одинаковых лампочек включена в сеть напряжением $U = 210$ В и потребляет ток силой $I = 2,5$ А. Определить сопротивление одной лампочки, если все они соединены параллельно.

9. Параллельно амперметру сопротивлением $R = 0,01$ Ом включен вольтметр. Найти показания амперметра, если напряжение, измеренное вольтметром, равно $U = 2$ мВ.

10. При коротком замыкании аккумулятора сила тока в перемычке, соединяющей его клеммы, равна $I = 20$ А. Найти значение электродвижущей силы аккумулятора, если его внутреннее сопротивление равно $r = 0,45$ Ом.

11. Источник тока замкнут на резистор сопротивлением $R = 5$ Ом. ЭДС источника тока равна $\varepsilon = 12$ В. Определить внутреннее сопротивление источника, если сила тока в цепи равна $I = 2$ А.

12. Мотор подключен к сети напряжением $U = 220$ В. Найти работу, совершённую мотором при прохождении по его обмотке заряда $q = 2$ Кл, если вся электрическая энергия превратилась в механическую работу.

13. По неподвижному проводнику сопротивлением $R = 2$ Ом течет ток силой $I = 3$ А. Определить время, за которое в проводнике выделится количество теплоты, равное $Q = 90$ Дж.

14*. Определить напряжение, подведенное к электроплитке, если её сопротивление $R = 12,1$ Ом, а мощность $P = 1$ кВт.

15. В проводнике сопротивлением $R = 6$ Ом за $t = 3$ с выделяется $Q = 72$ Дж теплоты. Найти силу тока в проводнике.

16*. При прохождении по спирали кипятильника заряда $q = 2 \text{ Кл}$ выделяется $Q = 30 \text{ Дж}$ теплоты. Определить напряжение, приложенное к спирали.

17. В неподвижном проводнике при протекании электрического тока силой $I = 2 \text{ А}$ за $t = 4 \text{ с}$ выделяется $Q = 160 \text{ Дж}$ теплоты. Найти сопротивление проводника.

18*. К аккумулятору с ЭДС $\varepsilon = 12,6 \text{ В}$ подключен резистор, в котором протекает ток силой $I = 5 \text{ А}$. Определить работу сторонних сил по разделению заряда в аккумуляторе за $t = 1 \text{ мин}$.

19*. Какое количество электричества проходит через поперечное сечение проводника в течение $t = 5 \text{ с}$, если за этот промежуток времени ток равномерно возрастает от нуля до $I = 12 \text{ А}$?

20*. Во сколько раз возрастёт сопротивление медного провода при увеличении площади поперечного сечения в 2 раза, а длины провода в 3 раза?

21*. Моток медной проволоки имеет массу $m = 1,78 \text{ кг}$ и сопротивление $R = 3,4 \text{ Ом}$. Определить в квадратных миллиметрах поперечное сечение проволоки. Удельное сопротивление меди равно $\rho_{\text{мд}} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$, а плотность меди — $\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

22*. Сопротивление вольфрамовой нити накаливания лампы при $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ равно $R_1 = 20 \text{ Ом}$. Сопротивление нити в рабочем состоянии равно $R_2 = 200 \text{ Ом}$. Определить в градусах Цельсия температуру нити в рабочем состоянии. Температурный коэффициент сопротивления для вольфрама равен $\alpha = 0,005 \text{ Ом/}^\circ\text{C}$

23*. Два проводника при последовательном соединении дают сопротивление $R_1 = 27 \text{ Ом}$, а при параллельном соединении — $R_2 = 6 \text{ Ом}$. Определить модуль разности сопротивлений этих проводников.

24*. Сколько цепей с различными сопротивлениями можно получить, соединяя по-разному три резистора, если сопротивление каждого равно $R = 5 \text{ Ом}$?

25*. К источнику тока подсоединили провод длиной $L_1 = 3 \text{ м}$, сила тока в котором равна $I_1 = 1 \text{ А}$. Найти силу тока при увеличении длины провода до $L_2 = 15 \text{ м}$ при неизменном напряжении источника тока.

26*. Проводники сопротивлением $R_1 = 1 \text{ Ом}$ и $R_2 = 2 \text{ Ом}$ соединены последовательно. Определить силу тока в первом проводнике, если напряжение на втором проводнике равно $U_2 = 3 \text{ В}$.

27*. Участок цепи состоит из резистора $R = 2 \text{ Ом}$, включенного последовательно резисторам $R_1 = 5 \text{ Ом}$ и $R_2 = 20 \text{ Ом}$, которые соединены параллельно. Определить падение напряжения на резисторе R , если в первом резисторе течёт ток силой $I_1 = 1 \text{ А}$.

28*. Два резистора $R_1 = 20 \text{ Ом}$ и $R_2 = 30 \text{ Ом}$ соединены последовательно. Определить падение напряжения на втором резисторе, если вольтметр с бесконечно большим сопротивлением, подключенный параллельно первому резистору в 20 Ом , показал $U_1 = 25 \text{ В}$.

29*. Падение напряжения на участке цепи сопротивлением $R = 7 \text{ Ом}$ равно $U = 168 \text{ В}$. Какой заряд пройдет в цепи за $t = 0,1 \text{ ч}$?

30*. Участок цепи состоит из 3 проводников сопротивлением $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$ и $R_3 = 3 \text{ Ом}$, включенных последовательно. Найти падение напряжения на участке цепи, если сила тока в проводнике сопротивлением $R = 1 \text{ Ом}$ равна $I_1 = 2 \text{ А}$.

31*. Первый проводник имеет сопротивление $R_1 = 1 \text{ Ом}$, второй — $R_2 = 5 \text{ Ом}$. При параллельном соединении проводников во втором из них течёт ток, равный $I_2 = 0,2 \text{ А}$. Найти падение напряжения на первом проводнике.

32*. Два резистора сопротивлением $R_1 = 12 \text{ Ом}$ и $R_2 = 4 \text{ Ом}$ соединены параллельно. Последовательно к ним включен резистор $R_3 = 3 \text{ Ом}$. Найти силу тока в первом резисторе, если падение напряжения на третьем резисторе составляет $U_3 = 9 \text{ В}$.

33*. Вольтметр имеет сопротивление $R_V = 500 \text{ Ом}$, для увеличения цены деления последовательно с ним включен резистор сопротивлением $R = 1000 \text{ Ом}$. Во сколько раз возросла цена деления вольтметра?

34*. Вольтметр, рассчитанный на измерение напряжения до $U_V = 30 \text{ В}$, имеет внутреннее сопротивление $R_V = 3 \text{ кОм}$. Найти сопротивление добавочного резистора, который необходимо подсоединить к вольтметру для измерения напряжения до $U = 300 \text{ В}$. Ответ дать в килоомах.

35*. Амперметр сопротивлением $R_A = 0,09 \text{ Ом}$ необходимо применить для измерения токов, сила которых в 10 раз превышает предел измерения амперметра. Определить сопротивление шунта, который следует подключить к амперметру.

36*. Миллиамперметр, сопротивление которого равно $R_A = 4,9 \text{ Ом}$, имеет шкалу, рассчитанную на $I_1 = 20 \text{ мА}$. Сопротивление шунта, подключенного к амперметру $R_{ш} = 0,1 \text{ Ом}$. Ток какой силы можно измерить таким амперметром?

37*. При сопротивлении нагрузки $R_1 = 4 \text{ Ом}$ в электрической цепи идет ток, равный $I_1 = 0,2 \text{ А}$, а при сопротивлении нагрузки $R_2 = 7 \text{ Ом}$ — $I_2 = 0,14 \text{ А}$. Определить ЭДС источника тока.

38*. ЭДС источника тока $\epsilon = 2,17 \text{ В}$, внутреннее сопротивление $r = 1 \text{ Ом}$. К источнику подключен резистор сопротивлением $R = 2 \text{ Ом}$. Какую силу тока в этой цепи покажет амперметр сопротивлением $R_A = 0,1 \text{ Ом}$?

39*. Источник тока с ЭДС, равной $\epsilon = 12 \text{ В}$, и внутренним сопротивлением $r = 2 \text{ Ом}$ замкнут цепью, состоящей из резистора сопротивлением $R = 2 \text{ Ом}$ и конденсатора ёмкостью $C = 2 \text{ мкФ}$, соединённых параллельно. Определить в микрокулонах величину заряда на обкладках конденсатора.

40*. Батарея состоит из параллельно соединённых источников тока. При силе тока во внешней цепи $I = 2 \text{ А}$ полезная мощность равна $P = 7 \text{ Вт}$. Определить число элементов в батарее, если ЭДС каждого элемента равна $\epsilon = 5,5 \text{ В}$, а внутреннее сопротивление $r = 5 \text{ Ом}$.

41*. Источник тока с внутренним сопротивлением $r = 2 \text{ Ом}$ замкнут на внешний резистор. При каком значении сопротивления резистора падение напряжения на зажимах источника тока составляет 60% от электродвижущей силы источника?

42*. Два резистора сопротивлением $R_1 = 2 \text{ Ом}$ и $R_2 = 5 \text{ Ом}$ соединены последовательно и включены в сеть постоянного напряжения. Какая мощность выделяется на резисторе $R_2 = 5 \text{ Ом}$, если на резисторе $R_1 = 2 \text{ Ом}$ выделяется мощность $P = 30 \text{ Вт}$?

43*. К источнику тока подключают поочерёдно реостаты. При этом на реостатах выделяется одинаковая полезная мощность, равная $P = 25 \text{ Вт}$. Найти ЭДС источника тока, если сопротивления реостатов равны $R_1 = 4 \text{ Ом}$ и $R_2 = 9 \text{ Ом}$.

44*. Батарея элементов при замыкании на резистор сопротивлением $R = 5 \text{ Ом}$ даёт ток силой $I = 1 \text{ А}$. Ток короткого замыкания батареи равен $I_{к.з.} = 6 \text{ А}$. Какую наибольшую полезную мощность может дать батарея?

45*. Источник тока замкнут внешним резистором. Определить в процентах КПД источника тока, если ЭДС источника тока равна $\epsilon = 10 \text{ В}$, а падение напряжения на клеммах источника составляет $U = 6,5 \text{ В}$.

Магнитное поле тока. Сила Ампера. Сила Лоренца

| | |
|---------------------------------------|--|
| $B = \frac{M_{\max}}{p_m}$ | – модуль индукции магнитного поля, где M_{\max} – максимальный вращающий момент, который действует на рамку с током; $p_m = IS$ – магнитный момент; I – сила тока в рамке; S – площадь рамки |
| $\vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$ | – принцип суперпозиции магнитных полей, где \vec{B} – индукция результирующего магнитного поля; \vec{B}_i – индукция i -го магнитного поля |
| $B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi \cdot r}$ | – индукция магнитного поля прямолинейного тока, где r – расстояние от проводника до точки, в которой определяют вектор \vec{B} ; μ_0 – магнитная постоянная; μ – магнитная проницаемость среды; I – сила тока в проводнике |
| $\mu = \frac{B}{B_0}$ | – магнитная проницаемость среды, где B – магнитная индукция поля в среде; B_0 – магнитная индукция поля в вакууме |
| $B = \mu\mu_0 nI$ | – индукция магнитного поля на оси соленоида, где $n = \frac{N}{l}$ – число витков на единицу длины; N – общее число витков; l – длина соленоида; I – сила тока в соленоиде |
| $B = \frac{\mu\mu_0 I}{2R}$ | – индукция магнитного поля в центре кругового проводника с током, где R – радиус кругового проводника; I – сила тока в проводнике |
| $F_A = IBl \sin \alpha$ | – сила Ампера, где I – сила тока в проводнике; B – индукция магнитного поля; l – длина проводника; α – угол между направлением тока и вектором магнитной индукции \vec{B} |
| $F_L = qvB \sin \alpha$ | – сила Лоренца, где q – заряд движущейся частицы; v – скорость частицы; α – угол между направлением скорости и вектором магнитной индукции \vec{B} |

1. Определить силу тока в прямолинейном проводе, если в точке, находящейся в воздухе на расстоянии $r = 10$ см от проводника, магнитная индукция равна $B = 4 \cdot 10^{-6}$ Тл.

2. Индукция магнитного поля на оси соленоида длиной $l = 32$ см внутри соленоида на его оси $B = 0,2$ Тл. Определите число витков в обмотке, если сила тока $I = 3,7$ А.

3. Сила тока в обмотке соленоида длиной $l = 10$ см, содержащей 400 витков, $I = 2,5$ А. Определите индукцию магнитного поля B внутри соленоида на его оси.

4*. Два длинных прямолинейных проводника расположены на расстоянии $r = 10$ см параллельно друг другу. По проводникам текут токи $I_1 = 5$ А в противоположных направлениях. Найти величину индукции магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии $a = 10$ см от каждого проводника.

5. Два бесконечных прямолинейных проводника расположены в вакууме параллельно друг другу на расстоянии $r = 50$ см. В первом проводнике течёт ток $I_1 = 20$ А, во втором – $I_2 = 24$ А. Определить индукцию магнитного поля в точке, расположенной на расстоянии $a = 40$ см от первого проводника и $b = 30$ см от второго, если токи в них направлены противоположно.

6*. По двум прямолинейным проводникам, расположенным в воздухе, в одном направлении протекают токи, значения которых $I_1 = 3,0$ А и $I_2 = 4,0$ А. Если в точке, ле-

жащей посередине между проводниками, модуль индукции результирующего магнитного поля равен $B = 0,20 \text{ мкТл}$. Найти расстояние между проводниками.

7*. Определить индукцию магнитного поля в точке, находящейся в воздухе, на расстоянии $r = 10 \text{ см}$ от бесконечно длинного прямолинейного проводника с током. Диаметр проводника равен $d = 0,5 \text{ мм}$, плотность тока в проводнике $j = 1 \text{ А/мм}^2$.

8*. Два круговых витка расположены в вакууме во взаимно перпендикулярных плоскостях так, что их центры совпадают. Радиусы витков соответственно равны $R_1 = 20 \text{ см}$ и $R_2 = 30 \text{ см}$. Сила тока в витках одинакова и равна $I = 1 \text{ А}$. Найти индукцию магнитного поля в центре витков.

9*. Два круговых витка расположены в вакууме плоскостях так, что их центры совпадают, а угол между плоскостями составляет $\alpha = 60^\circ$. Радиусы витков одинаковы и равны $R = 20 \text{ см}$. Сила тока в витках соответственно $I_1 = 1 \text{ А}$ и $I_2 = 2 \text{ А}$. Найти индукцию магнитного поля в центре витков.

10. При наложении двух однородных полей модуль вектора индукции результирующего поля оказался равным $B_p = 0,3 \text{ Тл}$. Определить максимально возможное значение модуля индукции второго поля, если модуль индукции первого поля равен $B_1 = 0,2 \text{ Тл}$.

11. Магнитное поле образовано наложением двух однородных магнитных полей. Модуль индукции первого поля равен $B_1 = 5 \text{ мТл}$. Определить в миллитеслах минимально возможное значение модуля индукции второго поля, если модуль индукции результирующего поля равен $B_p = 2 \text{ мТл}$.

12. Магнитное поле образовано наложением двух однородных полей с индукцией $B_1 = 0,3 \text{ Тл}$ и $B_2 = 0,4 \text{ Тл}$, силовые линии которых взаимно перпендикулярны. Определить модуль вектора магнитной индукции получившегося поля.

13*. Круговой виток радиусом $R = 20 \text{ см}$ расположен в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B_0 = 20 \text{ мкТл}$, так что его плоскость перпендикулярна линиям индукции. Если сила тока в витке $I = 5,0 \text{ А}$. Найти максимальное и минимальное значения модуля индукции результирующего поля в центре витка.

14*. Длинный тонкий прямолинейный проводник, сила тока в котором $I = 15 \text{ А}$, расположен в воздухе в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B_0 = 40 \text{ мкТл}$. Направление тока противоположно направлению линий индукции. Найти модуль индукции результирующего поля на расстоянии $r = 10 \text{ см}$ от проводника.

15. Прямой проводник длиной $L = 1 \text{ м}$ и током $I = 3 \text{ А}$ помещён в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,2 \text{ Тл}$. Определить модуль силы, действующей на проводник со стороны поля, если направление тока составляет с линиями индукции угол $\alpha = 30^\circ$.

16*. На проводник с током действует со стороны однородного магнитного поля сила Ампера, равная $F = 4 \text{ Н}$. Определить модуль силы Ампера, если силу тока в проводнике увеличить вдвое, а длину и ориентацию в пространстве оставить неизменными.

17. На линейный проводник с током $I = 5 \text{ А}$ со стороны однородного магнитного поля действует сила $F = 0,15 \text{ Н}$. Определить длину проводника, если индукция поля $B = 0,02 \text{ Тл}$ и проводник расположен под углом $\alpha = 30^\circ$ к силовым линиям поля.

18*. Во сколько раз возрастёт модуль силы магнитного взаимодействия двух параллельных проводников с током, если силу тока в каждом проводнике увеличить в 3 раза?

19*. Двухпроводная линия электропередачи, расстояние между проводами которой $r = 50$ см, расположена в воздухе. Сила постоянного тока в линии $I = 5,0$ А. Если каждый участок одного провода линии взаимодействует с другим проводом с силой, модуль которой $F = 25$ мкН. Найти длину участка.

20*. На прямолинейный проводник с площадью сечения $S = 0,2$ см² в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл действует максимально возможная для поля сила Ампера, численно равная силе тяжести. Найти плотность материала проводника, если сила тока равна $I = 5$ А.

21*. На тонких нитях висит горизонтально расположенный стержень длиной $L = 2$ м и массой $m = 0,5$ кг. Стержень находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл, направленной вниз. На сколько градусов отклонятся нити от вертикали, если по стержню пропустить ток $I = 5$ А?

22*. В горизонтальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,01$ Тл находится прямолинейный проводник, масса единицы длины которого равна $m = 0,01$ кг/м. Какова сила тока, идущего по проводнику, если он висит, не падая?

23*. Найти модуль равнодействующей сил, действующих на проводник в форме квадрата площадью $S = 100$ см² со стороны однородного магнитного поля с индукцией $B = 1$ Тл, если все стороны квадрата перпендикулярны силовым линиям, а сила тока в проводнике равна $I = 10$ А.

24*. Линейный проводник длиной $L = 0,25$ м с током $I = 8$ А расположен перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля с индукцией $B = 0,4$ Тл. Найти работу силы Ампера при равномерном перемещении проводника на $S = 2,5$ см в направлении действия этой силы.

25. На частицу с зарядом $q = 1$ мкКл, влетающую в однородное магнитное поле со скоростью $V = 10$ м/с перпендикулярно силовым линиям, действует сила в $F = 1$ мкН. Определить магнитную индукцию поля.

26. На заряжённую частицу, влетающую в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл со скоростью $V = 10$ м/с перпендикулярно силовым линиям, действует со стороны поля сила в $F = 1$ мкН. Определить в микрокулонах заряд частицы.

27*. Вектор напряжённости электрического поля с модулем $E = 300$ В/м перпендикулярен вектору магнитной индукции с модулем $B = 0,2$ Тл. Найти скорость движения заряда, при которой этот заряд в скрещенных электрическом и магнитном полях движется равномерно и прямолинейно.

28*. Если конденсатор с расстоянием между пластинами $d = 1$ см определённым образом расположить в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,05$ Тл, то ионы, летящие со скоростью $V = 100$ км/с, не испытывают отклонения. Найти напряжение на обкладках конденсатора. Вектор скорости ионов перпендикулярен вектору магнитной индукции.

29*. Протон и альфа-частица влетают в однородное магнитное поле. Скорости частиц направлены перпендикулярно силовым линиям поля. Во сколько раз период обращения протона в магнитном поле меньше периода обращения альфа-частицы?

30*. На частицу со стороны однородного магнитного поля действует сила Лоренца, равная $F = 6$ мкН. Определить в микроньютонх модуль силы Лоренца, действующей со стороны поля на эту частицу, если значение её скорости станет в 2 раза больше, а направление не изменится.

31*. Две частицы влетают под углом $\alpha = 30^\circ$ к линиям индукции однородного магнитного поля. Во сколько раз модуль силы Лоренца, действующей на первую частицу, больше модуля силы Лоренца, действующей на вторую, если заряд и масса первой частицы в 2 раза больше, чем второй. Скорости частиц одинаковы.

32*. Пылинка с зарядом в $q = 1 \text{ мкКл}$ и массой $m = 1 \text{ мкг}$ влетает в однородное магнитное поле и движется по окружности. Определить период обращения пылинки, если модуль индукции поля равен $B = 1 \text{ Тл}$.

33. Рамка площадью $S = 100 \text{ см}^2$ помещена в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$. Найти значение максимального момента сил, действующих на рамку, если в ней течёт ток силой $I = 1000 \text{ А}$.

34*. Виток с током диаметром $d = 10 \text{ см}$ помещён в однородное магнитное поле так, что его плоскость параллельна вектору индукции. Определить модуль индукции магнитного поля, если при силе тока в витке $I = 8,1 \text{ А}$ на него действуют вращающий момент $M = 116 \text{ мН}\cdot\text{м}$.

35*. Сила тока в квадратной рамке со стороной $a = 5 \text{ см}$, находящейся в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$, равна $I = 10 \text{ А}$. Определить действующий на рамку со стороны поля вращающий момент, если вектор индукции поля направлен под углом $\alpha = 60^\circ$ к плоскости рамки.

Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля

$$\Phi = BS \cos \alpha$$

– магнитный поток; S – площадь поверхности, которую пронизывают линии магнитной индукции; α – угол между направлением нормали к поверхности и вектором магнитной индукции \vec{B}

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

– закон электромагнитной индукции, где $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ – скорость изменения магнитного потока; $\Delta \Phi$ – изменение магнитного потока; Δt – промежуток времени, за которое это изменение произошло

$$\mathcal{E}_i = Blv \sin \alpha$$

– ЭДС индукции в движущемся проводнике, где v – скорость движения проводника; B – модуль индукции магнитного поля, в котором движется проводник; l – длина проводника; α – угол между скоростью проводника и вектором магнитной индукции

$$\Phi = LI$$

– магнитный поток через контур, где L – индуктивность контура; I – сила тока в контуре

$$\mathcal{E}_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

– ЭДС самоиндукции, которая возникает в катушке (контуре) при изменении тока; L – индуктивность катушки (контура); ΔI – изменение тока за время Δt

$$L = \mu \mu_0 n^2 V$$

– индуктивность соленоида, где $n = \frac{N}{l}$ – число витков на единицу длины; N – общее число витков; l – длина соленоида; V – объём соленоида

1. Найти магнитный поток, пронизывающий рамку площадью $S = 50 \text{ см}^2$, если магнитная индукция равна $B = 0,4 \text{ Тл}$, а поверхность рамки перпендикулярна к линиям магнитной индукции. Ответ выразить в милливеберах.

2. Силовые линии однородного магнитного поля пересекают площадку в $S = 0,02 \text{ м}^2$ под прямым углом. Определить модуль вектора индукции магнитного поля, если поток магнитной индукции, пронизывающий площадку, равен $\Phi = 0,04 \text{ Вб}$.

3. Силовые линии однородного магнитного поля с индукцией $B = 0,3 \text{ Тл}$ параллельны плоскости квадрата со стороной $a = 0,5 \text{ м}$. Определить поток магнитной индукции, пронизывающий плоскость квадрата.

4. Силовые линии однородного магнитного поля пересекают площадку в $S = 0,02 \text{ м}^2$ под углом $\alpha = 30^\circ$ к плоскости рамки. Определить поток магнитной индукции, пронизывающий площадку, если индукция магнитного поля равна $B = 2 \text{ Тл}$.

5. Поток магнитной индукции через площадку, расположенную в магнитном поле, равен $\Phi = 0,3 \text{ Вб}$. Определить модуль изменения магнитного потока при повороте площадки на $\alpha = 180^\circ$ относительно оси, лежащей в плоскости площадки.

6. Поток магнитной индукции, сцепленный с контуром индуктивностью $L = 0,01 \text{ Гн}$, равен $\Phi = 0,6 \text{ Вб}$. Найти силу тока в контуре.

7. Определить величину магнитного потока, сцепленного с контуром индуктивностью $L = 12 \text{ мГн}$, при протекании по нему тока силой $I = 5 \text{ А}$.

8. При подключении катушки индуктивностью $L = 3 \text{ Гн}$ к источнику ЭДС в ней возникает ЭДС самоиндукции, равная $\epsilon_{si} = 1,5 \text{ В}$. Через какой промежуток времени сила тока в катушке будет равна $I = 50 \text{ А}$?

9. За какое время произошло изменение тока на $\Delta I = 2 \text{ А}$ в контуре с индуктивностью $L = 5 \text{ мГн}$, если средняя ЭДС самоиндукции, возникающая в контуре, равна $\epsilon_{si} = 0,2 \text{ В}$?

10. Определить модуль изменения потока магнитной индукции через площадку за время, равное $t = 0,1 \text{ с}$, если в контуре, ограничивающем площадку, возникает средняя ЭДС индукции $\epsilon_i = 0,2 \text{ В}$.

11. За какое время произошло изменение потока магнитной индукции, пронизывающего площадь, ограниченную замкнутым проводником, на $\Delta\Phi = 0,15 \text{ Вб}$, если средняя ЭДС индукции в проводнике оказалась равной $\epsilon_i = 0,5 \text{ В}$?

12. В катушке, состоящей из $N = 75$ витков, магнитный поток равен $\Phi = 4,5 \text{ мВб}$. За какое время поток уменьшается до нуля, если средняя ЭДС, возникающая при этом, равна $\epsilon_i = 0,75 \text{ В}$?

13. Каково изменение силы тока в контуре индуктивностью $L = 3 \text{ мГн}$ за $t = 0,05 \text{ с}$, если в нём возникла средняя ЭДС самоиндукции равная $\epsilon_{si} = 0,36 \text{ В}$.

14. Поток магнитной индукции через площадь, ограниченную замкнутым контуром, меняется со скоростью $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 3 \text{ Вб/с}$. Определить в вольтах ЭДС индукции, возникающую в контуре.

15. Определить индуктивность контура в миллигенри, если при уменьшении тока на $\Delta I = 3 \text{ А}$ за время $t = 0,08 \text{ с}$ в нём возникает средняя ЭДС самоиндукции $\epsilon_{si} = 0,12 \text{ В}$.

16*. На катушке сопротивлением $R = 5 \text{ Ом}$ и индуктивностью $L = 25 \text{ мГн}$ поддерживается постоянное напряжение $U = 50 \text{ В}$. Сколько энергии выделится при размыкании цепи катушки?

17. Определить силу тока, протекающего по катушке с индуктивностью $L = 0,25 \text{ мГн}$, если энергия магнитного поля катушки равна $W = 2 \text{ мДж}$?

18*. Силовые линии однородного магнитного поля пересекают плоскую площадку под прямым углом. Во сколько раз уменьшится поток магнитной индукции через площадку при её повороте на $\alpha = 60^\circ$ относительно оси, лежащей в плоскости площадки?

19*. Имеются два замкнутых проводящих контура. Во сколько раз индуктивность первого контура больше индуктивности второго, если в первом контуре возникает

ЭДС самоиндукции $\epsilon_{si1} = 3,6 \text{ В}$, а во втором — $\epsilon_{si2} = 1,2 \text{ В}$ при той же скорости изменения силы тока?

20*. Два замкнутых круговых проводника лежат в одной плоскости. При одинаковом изменении индукции однородного магнитного поля в первом возникла ЭДС индукции $\epsilon_{i1} = 0,15 \text{ В}$, а во втором — $\epsilon_{i2} = 0,6 \text{ В}$. Во сколько раз длина второго проводника больше первого?

21*. Кольцо, изготовленное из проволоки с удельным сопротивлением $\rho = 10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$. Какой максимальный заряд пройдет по кольцу при выключении поля, если длина проволоки равна $L = 3,14 \text{ м}$, а ее поперечное сечение составляет $S = 0,1 \text{ мм}^2$?

22*. Виток площадью $S = 100 \text{ см}^2$ находится в магнитном поле с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$. Плоскость витка перпендикулярна линиям поля. Определить среднее значение ЭДС индукции при выключении поля за $t = 0,01 \text{ с}$.

23*. Плоскость кругового витка перпендикулярна линиям индукции магнитного поля. Определить среднее значение ЭДС индукции в витке при увеличении индукции поля за $t = 0,01 \text{ с}$ на $\Delta B = 1 \text{ Тл}$. Радиус витка равен $r = 10 \text{ см}$.

24*. Сколько витков должна иметь катушка, чтобы при изменении магнитного потока внутри неё от $\Phi_1 = 0,024 \text{ Вб}$ до $\Phi_2 = 0,056 \text{ Вб}$ за промежуток времени $t = 0,32 \text{ с}$ в катушке возникла средняя ЭДС индукции $\epsilon_i = 10 \text{ В}$?

25*. Замкнутый проводник в виде правильного треугольника со стороной $a = 10 \text{ см}$ расположен в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4 \text{ Тл}$ перпендикулярно силовым линиям. Какая средняя ЭДС возникает в проводнике при его удалении из поля за $t = 17,3 \text{ мс}$?

26*. Виток площадью $S = 100 \text{ см}^2$ расположен перпендикулярно силовым линиям магнитного поля с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$. Какая средняя ЭДС индукции возникнет в витке при повороте его за промежуток времени $t = 0,1 \text{ с}$ на $\alpha = 90^\circ$ относительно оси, лежащей в плоскости витка?

27*. Контур площадью $S = 2 \text{ м}^2$ и сопротивлением $R = 0,003 \text{ Ом}$ находится в однородном поле, индукция которого возрастает на $\Delta B = 0,5 \text{ мТл}$ в секунду. Найти максимальное количество теплоты, выделяющееся в контуре за $t = 1 \text{ ч}$.

28*. Кольцо радиусом $r = 1 \text{ м}$ и сопротивлением $R = 0,1 \text{ Ом}$ помещено в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$. Плоскость кольца перпендикулярна вектору индукции поля. Какой заряд пройдет через поперечное сечение кольца при исчезновении поля?

29*. Во сколько раз ЭДС самоиндукции в случае изменения тока в контуре на $\Delta I_1 = 6 \text{ А}$ за $t_1 = 0,2 \text{ с}$ больше, чем в случае изменения тока в том же контуре на $\Delta I_2 = 0,3 \text{ А}$ за $t_2 = 6 \text{ с}$?

30*. В однородном магнитном поле с индукцией, равной $B = 0,05 \text{ Тл}$, вращается стержень длиной $L = 1 \text{ м}$ с постоянной угловой скоростью, равной $\omega = 20 \text{ рад/с}$. Ось вращения проходит через конец стержня параллельно силовым линиям магнитного поля. Найти ЭДС индукции, возникающую на концах стержня.

31*. Во сколько раз уменьшится энергия магнитного поля катушки, если силу тока уменьшить на 50 %?

32*. Определить энергию магнитного поля катушки, в которой при токе $I = 7,5 \text{ А}$ магнитный поток равен $\Phi = 4 \text{ мВб}$. Число витков в катушке $N = 100$.

Электромагнитные колебания в контуре

| | |
|---|---|
| $T = 2\pi\sqrt{LC}$ | – период свободных колебаний в контуре, где L – индуктивность контура, C – ёмкость конденсатора |
| $\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$ | – циклическая частота свободных колебаний в контуре; ν – частота свободных колебаний в контуре; |
| $\lambda = cT$ | – длина волны, на которую настроен контур, c – скорость света в вакууме |
| $W = W_E + W_B = \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2}$ | – полная энергия колебательного контура, где q – заряд на конденсаторе; I – сила тока в контуре |
| $W = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2}$ | – полная энергия колебательного контура, где I_0 – амплитудное значение силы тока, q_0 – максимальное значение заряда на конденсаторе |
| $q = q_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$ | – мгновенное значение заряда на конденсаторе, где $\varphi = \omega t + \varphi_0$ – фаза колебаний; ω – циклическая частота; ν – частота переменного тока; φ_0 – начальная фаза; q_0 – максимальный заряд |
| $U = U_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$ | – мгновенное значение напряжения; U_0 – максимальное значение напряжения |
| $U_0 = \frac{q_0}{C}$ | – амплитудное (максимальное) значение напряжения |
| $I = I_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$ | – мгновенное значение силы тока |
| $I_0 = q_0 \omega$ | – амплитудное (максимальное) значение силы тока |

1. Частота в колебательном контуре равна $\nu = 10^4$ Гц. Амплитудное значение силы тока в контуре $I_0 = 0,1$ А. Найти максимальный заряд на обкладках конденсатора.

2. Контур настроен на приём электромагнитных волн с циклической частотой $\omega = 10000$ рад/с. Определить индуктивность контура, если ёмкость равна $C = 0,2$ мкФ.

3. Сила тока в цепи изменяется с течением времени по закону $i = 5 \sin 200\pi t$, А. Определить амплитудное значение силы тока, частоту и период. Найти силу тока для фазы $\varphi_1 = 3\pi/8$

4. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 0,01$ мкФ и катушки, индуктивность которой равна $L = 0,01$ мГн. На какую длину волны настроен контур?

5. Полная энергия колебаний в контуре равна $W = 5$ Дж. Найти максимальную силу тока в контуре, если индуктивность катушки равна $L = 0,1$ Гн.

6. Определить частоту и период колебаний в контуре с катушкой индуктивности $L = 0,5$ мГн и конденсатором ёмкостью $C = 450$ пФ.

7. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 2$ мГн и конденсатора, ёмкость которого может меняться от $C_1 = 20$ пФ до $C_2 = 320$ пФ. Найти диапазон частот, на которые может быть настроен колебательный контур.

8. Сигнал радиолокатора возвратился от цели через 0,3 мс. Каково расстояние до цели?

9*. Напряжение на обкладках конденсатора колебательного контура ёмкостью $C = 100$ пФ изменяется с течением времени по закону $U = 2 \cos \omega t$ (В), а сила тока в ка-

тушке индуктивности $-l = 4\sin\omega t$ (мА). Определить частоту электромагнитных колебаний в контуре.

10*. Сила тока в катушке колебательного контура индуктивностью $L = 50$ мГн изменяется с течением времени по закону $i = 20\sin\omega t$ (мА), а заряд на обкладках конденсатора – по закону $q = 2\cos\omega t$ (мкКл). Определить период электромагнитных колебаний в контуре.

11*. Определить ёмкость конденсатора C и полную энергию W колебательного контура, индуктивность катушки которого $L = 1$ мГн, если сила тока i в контуре изменяется с течением времени по закону $i = 20\cos(10^4 t + \pi/2)$, мА.

12. Период колебаний в электромагнитном контуре возрастает в 2 раза за счет увеличения ёмкости конденсатора. Во сколько раз увеличили ёмкость конденсатора?

13. Индуктивность контура равна $L = 0,01$ Гн, а ёмкость $C = 1$ мкФ. Конденсатор зарядили до разности потенциалов $U = 200$ В. Какой наибольший ток возникает в контуре в процессе электромагнитных колебаний?

14*. Сила тока в колебательном контуре меняется по закону: $i = 4\sin 20000t$, А. Определить в милликулонах максимальный заряд на обкладках конденсатора.

15*. Контур состоит из индуктивности $L = 0,2$ Гн и ёмкости $C = 10$ мкФ. Конденсатор заряжен до напряжения $U = 200$ В. Какой будет сила тока в контуре в момент, когда энергия контура окажется поровну распределённой между электрическим и магнитным полем?

16*. Конденсатор ёмкостью $C = 10$ мкФ зарядили до напряжения $U = 1000$ В и подключили к катушке. Какое количество теплоты выделится в контуре за время, в течение которого амплитуда напряжения в ходе затухающих колебаний уменьшится в 2 раза?

17*. Ток в колебательном контуре меняется по закону: $i = 6\sin\varphi$, где φ – фаза колебаний. Найти энергию электрического поля в конденсаторе, когда фаза колебаний равна $\varphi = \pi/3$. Индуктивность контура равна $L = 0,1$ Гн.

18*. Колебательный контур составлен из катушки индуктивностью $L = 0,1$ Гн и конденсатора ёмкостью $C = 10$ мкФ. Когда напряжение на конденсаторе равно $U = 30$ В, сила тока в контуре равна $i = 0,4$ А. Какова максимальная сила тока в контуре?

19*. Колебательный контур состоит из воздушного конденсатора, площадь каждой обкладки которого $S = 100$ см², и катушки индуктивностью $L = 10$ мкГн. Определить расстояние d между обкладками конденсатора, если период электромагнитных колебаний в контуре $T = 100$ нс.

20*. На какую длину волны настроен колебательный контур, если он состоит из катушки с индуктивностью $L = 2 \cdot 10^{-3}$ Гн и плоского конденсатора? Расстояние между пластинами конденсатора $d = 1$ см, диэлектрическая проницаемость вещества $\epsilon = 11$. Площадь каждой пластины $S = 800$ см².

21*. Колебательный контур состоит из индуктивности и двух конденсаторов одинаковой ёмкости, соединённых параллельно. Период электромагнитных колебаний в таком контуре равен $T_1 = 9$ мкс. Эти конденсаторы соединяют последовательно. Найти период $T_2 = ?$ электромагнитных колебаний.

22*. Заряд на обкладках конденсатора входного контура приёмника изменяется по закону $q = 4 \cdot 10^{-6} \sin 2\pi \cdot 10^6 t$. Ёмкость входного контура приёмника 80 пФ. Чему равна индуктивность входного контура приёмника?

23*. Если в колебательном контуре ёмкость конденсатора увеличить в 25 раз, а индуктивность уменьшить в 16 раз. Во сколько раз изменится частота собственных колебаний контура?

Переменный электрический ток

| | |
|--|---|
| $\varepsilon = \varepsilon_m \sin(\omega t)$ | – ЭДС в цепи переменного тока; ε_m – максимальная ЭДС |
| $U = U_0 \sin(\omega t)$ | – напряжение в цепи переменного тока |
| $I = I_0 \sin(\omega t)$ | – зависимость силы тока от времени в цепи переменного тока |
| $U_d = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$ | – действующее значение напряжения; U_0 – амплитудное значение напряжения |
| $I_d = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ | – действующее значение силы тока; I_0 – амплитудное значение силы тока |
| $P = I_d U_d \cos \varphi$ | – средняя мощность (активная) цепи переменного тока, где $\cos \varphi$ – коэффициент мощности |
| $X_L = \omega L$ | – индуктивное сопротивление, где ω – циклическая частота; L – индуктивность |
| $X_C = \frac{1}{\omega C}$ | – ёмкостное сопротивление, где ω – циклическая частота; C – ёмкость |
| $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ | Z – полное сопротивление в цепи переменного тока; R – активное сопротивление цепи; $(X_L - X_C)$ – реактивное сопротивление |
| $I_0 = \frac{U_0}{Z}; I_d = \frac{U_d}{Z}$ | – аналог закона Ома для цепи переменного тока, где Z – полное сопротивление цепи |

1. Значение напряжения в цепи синусоидального переменного тока изменяется в пределах от $+100$ В до -100 В. Чему равно действующее напряжение в этой цепи?

2. Рамка вращается в однородном магнитном поле с постоянной угловой скоростью. Мгновенное значение силы тока в рамке $I = 3 \sin 314t$, (А). Определить действующее значение силы тока.

3. При включении конденсатора в цепь переменного тока с циклической частотой $\omega = 200$ рад/с его ёмкостное сопротивление равно $X_C = 50$ Ом. Определить в микрофарадах ёмкость конденсатора.

4*. Определите период T и частоту ν в цепи переменного тока, если реактивное сопротивление конденсатора ёмкостью $C = 1$ мкФ, который включен в эту цепь, равно $X_C = 16$ Ом.

5*. Катушка индуктивностью $L = 0,2$ Гн включена в сеть переменного тока с частотой $\nu = 50$ Гц. Определить индуктивное сопротивление катушки.

6*. Конденсатор ёмкостью $C = 40$ мкФ включен в сеть переменного тока с частотой $\nu = 50$ Гц. Определить ёмкостное сопротивление конденсатора.

7. Рамка вращается в однородном магнитном поле с постоянной угловой скоростью. Мгновенное значение силы тока в рамке $I = 5 \sin 157t$, (А). Определить частоту тока в рамке.

8. Напряжение в сети переменного тока изменяется с течением времени по закону $U = 180 \sin \omega t$ (В). Определите амплитудное I_0 и действующее I_d значения силы тока в цепи, если в сеть включить резистор сопротивлением $R = 100,0$ Ом.

9. Сила тока I , потребляемого резистором сопротивлением $R = 100$ Ом, который включен в сеть переменного тока, изменяется с течением времени по закону $I = 5 \sin \omega t$ (А). Определить амплитудное U_0 и действующее U_d напряжения в сети.

10. В сеть переменного тока напряжением $U = 220 \text{ В}$ и частотой $\nu = 50 \text{ Гц}$ включили конденсатор. Амплитудное значение силы тока в конденсаторе $I_0 = 0,2 \text{ А}$. Чему равна ёмкость этого конденсатора?

11*. Во сколько раз увеличится индуктивное сопротивление катушки, если её включить в сеть переменного тока с частотой $\nu_1 = 10 \text{ кГц}$ вместо $\nu_2 = 50 \text{ Гц}$?

12*. Индуктивное сопротивление катушки, включенной в сеть переменного тока с частотой $\nu = 50 \text{ Гц}$, равно $X_L = 62,8 \text{ Ом}$. Определить индуктивность катушки.

13*. Значение ЭДС, вырабатываемой генератором переменного тока, меняется по закону $\epsilon = 125 \cdot \cos(100\pi t) \text{ (В)}$. Определить максимальное значение ЭДС, период, частоту и начальную фазу. Найдите значение ЭДС в момент времени $t_1 = 1/300 \text{ с}$.

14*. Два конденсатора ёмкостями по $C = 0,4 \text{ мкФ}$ каждый включены последовательно в цепь переменного тока с напряжением $U = 220 \text{ В}$ и частотой $\nu = 50 \text{ Гц}$. Найти действующее значение силы тока в цепи.

15.* Участок цепи переменного тока состоит из последовательно соединённых конденсатора ёмкостью $C = 2,5 \text{ мкФ}$ и катушки индуктивностью $L = 16 \text{ мГн}$. Определить, при какой частоте переменного тока реактивное сопротивление этого участка цепи равно нулю.

16.* Реактивное сопротивление участка цепи переменного тока, который состоит из последовательно соединённых конденсатора ёмкостью $C = 600 \text{ пФ}$ и катушки, обращается в нуль при частоте переменного тока $\nu = 1 \text{ МГц}$. Определить индуктивность катушки.

17*. Понижающий трансформатор с коэффициентом трансформации $k = 24$ включен в сеть с напряжением $U = 120 \text{ В}$. Вторичная катушка трансформатора присоединена к прибору, через который идет ток $I = 0,5 \text{ А}$. Определить сопротивление прибора, если сопротивление вторичной катушки трансформатора равно $r = 2 \text{ Ом}$, а КПД трансформатора равен $\eta = 95 \%$.

18*. Сила тока в первичной обмотке трансформатора $I_{Д1} = 0,5 \text{ А}$. Определите напряжение на зажимах первичной обмотки $U_{Д1}$, если КПД трансформатора $\eta = 95\%$, сила тока во вторичной обмотке $I_{Д2} = 12 \text{ А}$, а напряжение на её зажимах $U_{Д2} = 9 \text{ В}$.

19*. Напряжение на зажимах первичной обмотки $U_{Д1} = 220 \text{ В}$, а сила тока $I_{Д1} = 0,6 \text{ А}$. Определите силу тока $I_{Д2}$ во вторичной обмотке трансформатора, если напряжение на её зажимах $U_{Д2} = 12 \text{ В}$, КПД трансформатора $\eta = 98\%$.

20*. Идеальная катушка индуктивностью $L = 0,160 \text{ Гн}$ включена в цепь переменного тока. Сила тока в цепи изменяется со временем по закону $i = B \cdot \sin Ct$, где $B = 1,4 \text{ А}$, $C = 314 \text{ рад/с}$. Найти действующее значение напряжения U_d на катушке.

21*. Конденсатор ёмкостью $C = 7,96 \text{ мкФ}$ включен в цепь переменного тока с циклической частотой $\omega = 314 \text{ рад/с}$. Действующее значение силы тока в цепи $I_d = 500 \text{ мА}$. Найти амплитудное значение напряжения U_0 на конденсаторе.

22*. Идеальный конденсатор включен в цепь переменного тока. Сила тока в цепи изменяется с течением времени по закону $i = B \cdot \sin Ct$, где $B = 0,71 \text{ А}$, $C = 314 \text{ рад/с}$. Действующее значение напряжения на конденсаторе $U_d = 200 \text{ В}$. Найти в микрофарадах ёмкость конденсатора C .

23. Напряжение на зажимах генератора переменного тока $U_d = 220 \text{ В}$. Сила тока во внешней цепи $I_d = 10 \text{ А}$. Определить активную мощность, которую потребляет внешняя цепь, если коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,8$.

Оптика

Геометрическая оптика

| | |
|---|---|
| $\alpha = \gamma$ | – закон отражения света, где α – угол падения; γ – угол отражения |
| $n = \frac{c}{v} = \sqrt{\mu\epsilon}$ | – абсолютный показатель преломления среды, где c – скорость света в вакууме; v – скорость света в среде; ϵ и μ – диэлектрическая и магнитная проницаемости среды |
| $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$ | – закон преломления, где α – угол падения; β – угол преломления; n_1 и n_2 – абсолютные показатели преломления первой и второй среды |
| $n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$ | – относительный показатель преломления; v_1 и v_2 – скорости света в первой и второй среде |
| $\sin \alpha_{\text{пред}} = \frac{n_2}{n_1}$ | – синус предельного угла полного отражения |
| $D = \frac{1}{F}$ | – оптическая сила линзы, где F – фокусное расстояние линзы |
| $D = D_1 + D_2$ | – оптическая сила системы двух линз, сложенных вплотную |
| $\pm \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$ | – формула тонкой линзы, где d – расстояние от линзы до предмета; f – расстояние от линзы до изображения |
| $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$ | – линейное увеличение линзы, где h – линейный размер предмета; H – линейный размер изображения |
| $\Gamma = \frac{d_0}{F}$ | – увеличение лупы, где d_0 – расстояние наилучшего зрения; F – фокусное расстояние лупы |

1. Точечный источник света находится на расстоянии $a = 10$ см от зеркала. Найти расстояние между источником и его изображением в зеркале.

2*. Светящаяся точка находится на расстоянии $a = 4$ м от экрана. На пути световых лучей на расстоянии $b = 1$ м от источника света расположен тонкий непрозрачный диск. Определить радиус диска, если тень от диска на экране имеет форму круга радиусом $r = 0,6$ м.

3*. На расстоянии $l = 4,1$ м от экрана находится точечный источник света. Найти площадь тени от непрозрачного квадрата со стороной $a = 0,1$ м, параллельного экрану. Центр квадрата находится на расстоянии $r = 2,05$ м от источника света и экрана.

4*. Зеркало повернули на угол $\alpha = 40^\circ$ относительно оси, проходящей через его плоскость и перпендикулярной падающему лучу. Найти угол поворота отражённого зеркалом луча, если направление падающего луча неизменно.

5*. Автомобиль приближается к витрине со скоростью $V = 36$ км/ч, причём вектор скорости перпендикулярен поверхности стекла. Найти величину скорости сближения автомобиля и его отражения в витрине.

6*. Какова должна быть минимальная высота плоского зеркала, чтобы человек мог увидеть себя в нем в полный рост. Рост человека принять равным $h = 1,76$ м.

7*. Луч света падает под углом $\alpha = 30^\circ$ на границу раздела двух прозрачных сред. Абсолютный показатель преломления второй среды равен $n_2 = 1$. Найти абсолютный

показатель преломления первой среды, если известно, что отражённый и преломлённый лучи взаимно перпендикулярны.

8*. Определить показатель преломления стекла относительно жидкости, если скорость распространения света в стекле равна $V_1 = 2 \cdot 10^8$ м/с, а в жидкости – $V_2 = 2,5 \cdot 10^8$ м/с.

9*. Предельный угол полного внутреннего отражения на границе раздела двух сред равен $\alpha = 30^\circ$. Определить, во сколько раз показатель преломления первой среды больше показателя преломления второй среды.

10*. Луч света распространяется в оптическом волокне в течение времени $t = 2$ мкс. Найти длину волокна, если предельный угол полного внутреннего отражения для границы волокно-воздух равен $\alpha = 60^\circ$.

11*. Луч света падает из воздуха на плоскопараллельную стеклянную пластинку под углом $\alpha = 30^\circ$, а из стекла попадает в жидкость. Найти синус угла преломления света в жидкости. Показатель преломления жидкости равен $n = 1,25$.

12*. Световой луч падает под углом $\alpha = 60^\circ$ на плоскопараллельную пластинку с показателем преломления $n = 1,73$ и толщиной $h = 3,46$ см. Определить в сантиметрах смещение луча при прохождении пластинки. Пластинка находится в воздухе.

13*. Два плоских зеркала расположены под углом друг к другу, и между ними помещен точечный источник света. Изображение источника в первом зеркале находится на расстоянии $a = 6$ см, а во втором зеркале – на расстоянии $b = 8$ см от источника. Расстояние между изображениями источника $L = 10$ см. Найти угол между зеркалами.

14*. Требуется осветить дно колодца, направив на него солнечные лучи. Под каким углом к горизонту необходимо расположить плоское зеркало, если лучи Солнца падают к земной поверхности под углом $\alpha = 60^\circ$?

15*. Показатели преломления воды $n_w = 1,33$, скипидара $n_{ск} = 1,46$. Найти отношение толщин слоёв воды и скипидара при условии, что время распространения луча света в них одинаково?

16*. На горизонтальном дне водоёма, имеющего глубину $h = 1,2$ м, лежит плоское зеркало. Луч света падает на поверхность воды под углом $\alpha = 30^\circ$. На каком расстоянии от точки падения этот луч снова выйдёт на поверхность воды после отражения от зеркала? Показатель преломления воды $n = 1,33$.

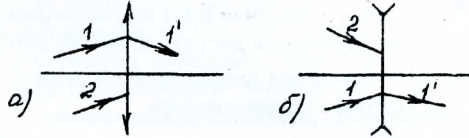
17*. На дне озера глубиной $h = 2$ м находится точечный источник света. Какой минимальный радиус должен иметь круг, расположенный на поверхности озера, чтобы лучи от источника не вышли из воды? Показатель преломления воды $n = 1,33$.

18*. Фокусное расстояние собирающей линзы $F = 10$ см, расстояние от предмета до переднего фокуса $d = 5$ см, а линейный размер предмета $H = 2$ см. Определить в сантиметрах размер действительного изображения.

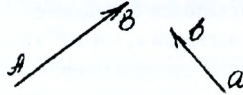
19*. На тонкую собирающую линзу падает сходящийся пучок лучей. Продолжения лучей пересекаются за линзой на расстоянии $d = 50$ см, а преломлённые лучи – на расстоянии $f = 25$ см. Обе точки лежат на главной оптической оси. Найти фокусное расстояние линзы.

20*. Предмет расположен на расстоянии $d = 50$ см от плоскости линзы с оптической силой равной $D = 2,5$ дптр. На сколько метров следует переместить предмет, чтобы его изображение уменьшилось в 2 раза?

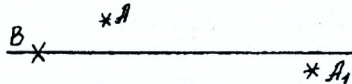
21*. На рисунке а), б) дан ход луча 1 в линзе. Найти построением ход луча 2.



22*. AB – предмет, ab – его изображение в линзе. Определить тип линзы, её расположение, положение главной оптической оси и фокуса.



23*. На рисунке показано положение главной оптической оси; точки A и её изображения A_1 . Определить положение линзы и её фокуса. Построить изображение точки B .



24*. Линза даёт увеличение $\Gamma = 3,0$ предмета, находящегося на расстоянии $d = 10$ см от неё. Найти фокусное расстояние линзы.

25*. Расстояние от предмета до экрана $L = 5,0$ м. Какой оптической силы надо взять линзу и где её поместить, чтобы получить изображение предмета, увеличенное в $\Gamma = 4$ раза.

26*. Предмет находится на расстоянии $d = 10$ см тонкой рассеивающей линзы. Найти увеличение $\Gamma = ?$ линзы, если её фокусное расстояние $F = 20$ см.

27*. С помощью проекционного аппарата на экране получают изображение диоптива, увеличенное в $\Gamma = 40,0$ раз. Найти расстояние f от объектива до экрана, если главное фокусное расстояние объектива проекционного аппарата $F = 15,0$ см.

28*. Дальновзоркий глаз хорошо различает текст на расстоянии $d = 50$ см. Найти оптическую силу D контактных линз, если расстояние наилучшего зрения $d_0 = 25$ см.

29. Определить оптическую силу D лупы, которая даёт увеличение $\Gamma = 10$.

Волновая оптика

| | |
|--|--|
| $L = nr$ | – оптическая длина пути светового луча, где n – показатель преломления среды; r – геометрическая длина пути |
| $\Delta = L_2 - L_1$ | – оптическая разность хода двух световых лучей, где L_1 и L_2 – оптические длины путей этих лучей |
| $\Delta_{\max} = \pm k\lambda$ | – условие интерференционного максимума, где λ – длина волны света; $k = 0; 1; 2; \dots$ |
| $\Delta_{\min} = \pm(2k + 1)\frac{\lambda}{2}$ | – условие интерференционного минимума; λ – длина волны света; $k = 0; 1; 2; \dots$ |
| $\Delta x = \frac{\lambda L}{d}$ | – расстояние между соседними максимумами интерференции на экране в опыте Юнга; λ – длина волны света; d – расстояние между щелями; L – расстояние от щелей до экрана |

$$d \sin \varphi = k\lambda$$

$$d = \frac{l}{N}$$

– условие дифракционных максимумов на экране при нормальном падении света на дифракционную решётку;
 d – постоянная дифракционной решётки
– постоянная дифракционной решётки; N – число щелей решётки; l – длина решётки

1. Человек воспринимает световое излучение с частотами от $\nu_1 = 4 \cdot 10^{14}$ Гц до $\nu_2 = 7,5 \cdot 10^{14}$ Гц. Определите интервал длин волн электромагнитного излучения в вакууме, вызывающего у людей световое ощущение.

2*. Световое излучение, с частотой $\nu_1 = 4 \cdot 10^{14}$ Гц в воздухе, попадает в воду. Найдите частоту излучения и скорость его распространения в воде. Показатель преломления воды – $n = 1,3$.

3. Во сколько раз скорость света в алмазе меньше, чем в воде? Показатель преломления алмаза – $n_{ал} = 2,42$, показатель преломления воды – $n_в = 1,3$.

4. Какова длина волны жёлтого света паров натрия в стекле с показателем преломления $n = 1,56$? Длина волны этого света в воздухе равна $\lambda = 589$ нм.

5. Определить длину волны красного излучения в вакууме, если длина его волны в стекле равна $\lambda = 400$ нм. Оптическая плотность (абсолютный показатель преломления) стекла $n = 1,8$.

6. Свет с частотой $\nu = 1,5 \cdot 10^{15}$ Гц распространяется в стекле с показателем преломления $n = 1,5$. Найдите длину волны света в стекле.

7. Длина волны некоторых лучей в воде равна $\lambda = 435$ нм. Какова длина волны этих лучей в воздухе? Показатель преломления воды – $n_в = 1,3$.

8. Определить постоянную дифракционной решётки, если при освещении её светом с длиной волны $\lambda = 656$ нм второй максимум виден под углом $\alpha = 15^\circ$ к нормали дифракционной решётки.

9. Разность хода в воздухе двух интерферирующих лучей монохроматического света составляет $0,3\lambda$. Найдите разность фаз колебаний.

10*. Когда монохроматический свет распространяется в среде с показателем преломления $n = 1,5$, на пути в $L = 9$ мкм укладывается $N = 30$ длин волн. Найдите в микрометрах длину волны света такой же частоты в вакууме.

11*. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний $\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Гц уложится на пути длиной $L = 2,4$ мм в воздухе, стекле, алмазе? Показатель преломления воздуха – $n_1 = 1$; стекла – $n_2 = 1,5$; алмаза – $n_3 = 2,4$.

12*. Какой длины путь L_1 пройдёт фронт волны монохроматического света в вакууме за то же время, за какое он проходит путь $L_2 = 1,0$ м в воде? Абсолютный показатель преломления воды $n = 1,33$.

13. Определить оптическую разность хода двух когерентных монохроматических волн в веществе, абсолютный показатель преломления которого $n = 1,5$, если геометрическая разность хода лучей $\Delta L = 2,5$ см.

14. Расстояние между двумя когерентными источниками света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм, $d = 0,1$ мм. Расстояние между соседними полосами на экране $\Delta x = 1$ см. Найдите расстояние от источников до экрана.

15. В опыте с зеркалами Френеля в зелёном свете $\lambda = 500$ нм получились интерференционные полосы на расстоянии $\Delta x = 5$ мм друг от друга. Найдите расстояние между мнимыми изображениями источника света, если расстояние от них до экрана $L = 3$ м.

16. В опыте Юнга расстояние между двумя щелями $d = 1 \text{ мм}$ и расстояние от отверстий до экрана $L = 3,0 \text{ м}$. Найти длину световой волны, падающей на щели, если расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране $\Delta x = 1,5 \text{ мм}$.

17. На дифракционную решётку нормально падает фиолетовый свет с длиной волны $\lambda = 0,45 \text{ мкм}$. Период дифракционной решётки $d = 2 \text{ мкм}$. Чему равен наибольший порядок спектра, который можно наблюдать с помощью этой решётки?

18*. Разность хода лучей от двух когерентных источников света с длиной волны $\lambda = 600 \text{ нм}$, сходящихся в некоторой точке, равна $\Delta r = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$. Сколько длин полуволны укладывается на разности хода? Усиление или ослабление света будет наблюдаться в этой точке?

19*. В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 6 \cdot 10^{-5} \text{ см}$, расстояние между отверстиями $d = 1 \text{ мм}$ и расстояние от отверстий до экрана $L = 3 \text{ м}$. Найдите положение трёх первых светлых полос.

20*. Источники белого света, расстояние между которыми $d = 0,32 \text{ мм}$, имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдают интерференцию света от источников, находится на расстоянии $L = 3,2 \text{ м}$ от них. Найти расстояние между красной $\lambda_{кр} = 760 \text{ нм}$ и фиолетовой $\lambda_{ф} = 400 \text{ нм}$ линиями второго интерференционного спектра на экране.

21*. Для измерения длины световой волны применялась дифракционная решётка, имеющая $N = 100$ штрихов на $l = 1 \text{ мм}$. Первый дифракционный максимум на экране расположен на расстоянии $x = 12 \text{ см}$ от центрального. Расстояние от дифракционной решётки до экрана $L = 2 \text{ м}$. Определить длину световой волны.

22*. При нормальном падении на дифракционную решётку плоской монохроматической волны длиной $\lambda_1 = 600 \text{ нм}$ максимум второго порядка наблюдается под углом $\alpha = 30^\circ$. Определить в градусах угол дифракции для максимума третьего порядка, если длина волны света равна $\lambda_2 = 400 \text{ нм}$.

23*. Период дифракционной решётки равен $d = 2,5 \text{ мкм}$. Сколько максимумов будет наблюдаться на экране при нормальном падении на дифракционную решётку плоской монохроматической волны длиной $\lambda = 400 \text{ нм}$.

24*. При нормальном падении на дифракционную решетку с периодом $d = 1 \text{ мкм}$ плоской монохроматической волны угол между максимумами первого порядка равен $\alpha = 60^\circ$. Определить в нанометрах длину волны падающего света.

25*. На дифракционную решетку с периодом $d = 0,01 \text{ мм}$ падает нормально плоская монохроматическая волна. Расстояние между максимумами первого порядка на экране, расположенном на расстоянии $L = 1 \text{ м}$ от решетки, равно $\Delta x = 8 \text{ см}$. Найти в микрометрах длину волны падающего света.

26*. Найти отношение угла, соответствующего максимуму первого порядка, при нормальном падении на дифракционную решетку света с длиной волны $\lambda_1 = 700 \text{ нм}$, к углу, соответствующему максимуму второго порядка, при падении на эту же решётку света с длиной волны $\lambda_2 = 350 \text{ нм}$.

27*. Найти общее число максимумов в спектре, образующемся при нормальном падении плоской монохроматической волны частотой $\nu = 7 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ на дифракционную решётку с периодом $d = 2 \text{ мкм}$.

28*. Какова ширина спектра первого порядка, полученного на экране, отстоящем на расстоянии $L = 3 \text{ м}$ от дифракционной решётки с периодом $d = 0,01 \text{ мм}$, если на решётку падает белый свет, состоящий из компонентов спектра в пределах длин волн от $\lambda_1 = 0,38 \text{ мкм}$ до $\lambda_2 = 0,76 \text{ мкм}$?

Основы специальной теории относительности

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

— длина тела, движущегося относительно инерциальной системы отсчёта со скоростью v ; L_0 — собственная длина тела в неподвижной системе отсчёта; c — скорость света в вакууме

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

— промежуток времени между двумя событиями в системе отсчёта, которая движется со скоростью v относительно неподвижной системы отсчёта; Δt_0 — промежуток времени между двумя событиями в неподвижной системе отсчёта

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

— релятивистская масса тела (частицы), где m_0 — масса покоя тела (частицы)

$$\vec{V} = \frac{\vec{V}' + \vec{U}}{1 + \frac{\vec{V}' \cdot \vec{U}}{c^2}}$$

— релятивистский закон сложения скоростей, где \vec{V} — скорость тела относительно неподвижной системы отсчёта; \vec{V}' — скорость тела относительно подвижной системы отсчёта; \vec{U} — скорость подвижной системы отсчёта относительно неподвижной

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

— релятивистский импульс тела; v — скорость тела

$$E = mc^2$$

— полная энергия тела (частицы)

$$E_0 = m_0 c^2$$

— энергия покоя (собственная энергия) тела (частицы).

$$E_k = E - E_0$$

— релятивистская кинетическая энергия тела (частицы)

$$\Delta E = \Delta mc^2$$

— закон взаимосвязи массы и энергии

1. Масса движущегося электрона больше его массы покоя в два раза. Найти кинетическую энергию этого электрона.
2. Найти энергию покоя электрона, выразив её в джоулях и мегаэлектронвольтах.
3. Найти энергию покоя протона, выразив её в джоулях и мегаэлектронвольтах.
4. Частица движется со скоростью $V = 0,75 c$ (c — скорость света в вакууме) относительно неподвижного наблюдателя. Во сколько раз масса движущейся частицы больше её массы покоя?
5. Какую скорость должно иметь движущееся тело, чтобы его продольные размеры уменьшились в два раза?
6. При какой скорости движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 25 %?
7. Звёздный корабль, движущийся со скоростью $V = 0,8 c$ (c — скорость света в вакууме). Путешествовал $t_0 = 10$ лет по часам космонавтов. Насколько земляне будут старше космонавтов, когда корабль вернётся на Землю?
8. Найти собственную длину стержня L_0 в космическом корабле, движущемся со скоростью $V = 0,8 c$ (c — скорость света в вакууме), если его длина относительно подвижной системы отсчёта $L = 10$ см.
9. Частица в вакууме движется со скоростью, равной половине скорости света. Во сколько раз её масса m больше массы покоя m_0 ?

10. Найти удельный заряд электрона, движущегося со скоростью $V = 0,8c$ (c – скорость света в вакууме).

11. Найти изменение массы $m = 1$ кг льда при его плавлении. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 340$ кДж/кг.

12. Найти увеличение массы протона при его ускорении от начальной скорости $V_0 = 0$ до скорости $V = 0,75c$ (c – скорость света в вакууме)?

13. Длина неподвижного стержня $L_0 = 1$ м. Определить длину L стержня, если он движется со скоростью $V = 0,6c$ (c – скорость света в вакууме).

14. В течение дня озеро поглотило $E = 1,8 \cdot 10^{14}$ Дж солнечной энергии. Найти в граммах изменение массы воды в озере.

15. Сколько солнечной энергии поглотило озеро, если вследствие этого масса его воды увеличилась на $\Delta m = 1,0$ г?

16. При какой скорости V энергия движущейся частицы больше её энергии покоя в два раза?

17*. Две частицы движутся навстречу друг другу со скоростями $V = 2,25 \cdot 10^8$ м/с относительно неподвижного наблюдателя. Определить скорость их сближения по классической и релятивистской формулам сложения скоростей.

18*. Две ракеты движутся навстречу друг другу со скоростями, составляющими соответственно 50 % и 75 % от скорости света по отношению к неподвижной системе отсчёта. Найти скорость сближения ракет.

19*. До какой энергии можно ускорить в циклотроне электрон, если относительное увеличение его массы не должно превышать $\eta = 5$ %?

20*. Определите скорость движения частицы, если её релятивистский импульс в 2 раза превышает классический.

21*. Во сколько раз величина релятивистского импульса протона превышает значение импульса, рассчитанного по классической формуле, если скорость движения протона $V = 0,96c$, (c – скорость света в вакууме).

22*. Некоторая частица движется со скоростью $V = 0,75c$ (c – скорость света в вакууме) относительно неподвижного наблюдателя. Во сколько раз энергия движущейся частицы больше её энергии покоя?

23*. Определить модуль импульса электрона при его движении со скоростью $V = 0,8c$ (c – скорость света в вакууме). Масса покоя электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

Основы квантовой физики

| | |
|--|--|
| $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ | – энергия фотона, где ν – частота фотона; λ – длина волны фотона; h – постоянная Планка |
| $p = mc = \frac{h}{\lambda}$ | – импульс фотона |
| $m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$ | – масса фотона |
| $h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}$ | – уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, где ν – частота фотона; $A_{\text{вых}}$ – работа выхода электрона; m_e – масса электрона; v_{max} – максимальная скорость вылетевшего электрона |
| $\frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} = eU_3$ | – максимальная кинетическая энергия электрона, где U_3 – поддерживающее напряжение; e – заряд электрона |

$$\nu_{\text{к}} = \frac{A_{\text{к}}}{h}; \lambda_{\text{к}} = \frac{hc}{A_{\text{к}}} \quad \left| \text{— красная граница фотоэффекта} \right.$$

1. Определить в эВ энергию фотона, соответствующего излучению с частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц.

2. Какой мощностью обладает источник монохроматического света, испускающий каждую секунду $N = 10^{20}$ фотонов с длиной волны $\lambda = 3,3 \cdot 10^{-7}$ м?

3. Определить в электронвольтах энергию фотона, соответствующего излучению с длиной волны $\lambda = 0,495$ мкм.

4. Во сколько раз энергия фотона с длиной волны $\lambda_1 = 500$ нм больше энергии фотона с длиной волны $\lambda_2 = 800$ нм?

5*. Во сколько раз энергия фотона с частотой $\nu_1 = 2 \cdot 10^{15}$ Гц меньше энергии фотона с частотой $\nu_2 = 3 \cdot 10^{15}$ Гц.

6. Определить в электронвольтах максимальную кинетическую энергию электронов, выбиваемых с поверхности металла фотонами с энергией $E = 4,6$ эВ. Работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}} = 1,8$ эВ.

7. Красная граница фотоэффекта для серебра равна $\lambda_{\text{кр}} = 3,3 \cdot 10^{-7}$ м. Определить работу выхода электронов из металла. Ответ выразить в электронвольтах,

8*. Определить количество фотонов, содержащихся в одном импульсе лазерного излучения. Мощность импульсного лазера, излучающего фотоны с длиной волны $\lambda = 3,3 \cdot 10^{-7}$ м, равна $P = 60$ Вт. В секунду излучается $n = 100$ импульсов.

9*. Пучок лазерного излучения с длиной волны $\lambda = 3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания $m = 1$ кг воды с удельной теплоёмкостью $c = 4200$ Дж/кг·К. За какое время вода нагреется на $\Delta t = 10^\circ\text{C}$, если лазер каждую секунду испускает $N = 10^{20}$ фотонов, и все они поглощаются водой?

10*. Во сколько раз масса фотона с длиной волны $\lambda_1 = 10$ нм (рентгеновское излучение) меньше массы фотона с длиной волны $\lambda_2 = 0,1$ нм (γ -излучение)?

11*. Определить частоту излучения, соответствующую красной границе фотоэффекта для металла, работа выхода из которого составляет $A_{\text{вых}} = 4,125$ эВ. Ответ выразить в терагерцах (1 терагерц = 10^{12} Гц).

12*. Длина волны ультрафиолетового света, падающего на металл, уменьшается с $\lambda_1 = 250$ нм до $\lambda_2 = 125$ нм. Во сколько раз при этом увеличивается максимальная кинетическая энергия электронов, если работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}} = 3,3$ эВ?

13*. Работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}} = 4,1$ эВ. Определить минимальную задерживающую разность потенциалов, если поверхность металла освещается фотонами с энергией $E = 5,3$ эВ.

14*. При освещении металлической пластинки монохроматическим светом задерживающая разность потенциалов равна $U_{\text{з1}} = 1,6$ В. Если увеличить частоту света в 2 раза, задерживающая разность потенциалов равна $U_{\text{з2}} = 5,1$ В. Определить в электронвольтах работу выхода электрона.

15*. Максимальная кинетическая энергия электронов, выбиваемых с поверхности цезия под действием фотонов с энергией $E = 3,2$ эВ, равна $E_{\text{к}} = 1,3$ эВ. На сколько электронвольт увеличится кинетическая энергия электронов при увеличении частоты падающего света в 2 раза?

16*. Максимальная кинетическая энергия электронов, вырывааемых с поверхности цезия под действием фотонов с энергией $E = 2,4$ эВ, равна $E_k = 0,5$ эВ. На сколько электронвольт увеличится кинетическая энергия электронов при уменьшении длины волны падающего света в 2 раза?

17*. При освещении металлической поверхности фотонами с энергией $E = 6,2$ эВ обнаружено, что фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов, равной $U_3 = 3,7$ В. Определить в электронвольтах работу выхода электронов из металла.

18*. При увеличении в два раза энергии фотона, падающего на металлическую пластинку, максимальная кинетическая энергия вылетающего электрона увеличилась в три раза. Определить в электронвольтах работу выхода электрона с поверхности металла, если первоначальная энергия фотона равнялась $E = 5$ эВ.

19*. Изолированный металлический шар ёмкостью $C = 1$ мкФ освещается монохроматическим светом. Энергия фотона равна $E = 4$ эВ. Работа выхода электронов равна $A_{\text{вых}} = 2$ эВ. Определить в микрокулонах величину заряда шара при длительном освещении.

20*. Заряд металлического шара с электроёмкостью $C = 1$ мкФ, полученный в результате длительного облучения фотонами с энергией $E = 5,5$ эВ, оказался равным $q = 2,7$ мкКл. Определить работу выхода электронов из металла. Ответ выразить в электронвольтах.

21*. Определить длину волны фотона, импульс которого равен импульсу электрона, пролетевшего разность потенциалов $\Delta\varphi = 4,9$ В.

Физика атома

| | |
|--|---|
| $E_n = \frac{E_1}{n^2} = \frac{-13,6\text{эВ}}{n^2}$ | <p>– энергия электрона в атоме водорода на $n^{\text{ой}}$ орбите, где E_1 – энергия электрона на $1^{\text{ой}}$ орбите; n – номер орбиты</p> |
| $h\nu = E_1 - E_2 $ | <p>– энергия, которую излучает или поглощает атомом водорода, где E_1 и E_2 – энергии атома в соответствующих стационарных состояниях; ν – частота излучения; h – постоянная Планка</p> |
| $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ | <p>– формула Бальмера, где λ – длина волны, излученной атомом; m – номер орбиты, с которой переходит электрон; n – номер орбиты, на которую переходит электрон; R – постоянная Ридберга</p> |
| $m_e v_n r_n = \frac{nh}{2\pi}$ | <p>– условие квантования электронной орбиты, где m_e – масса электрона; r_n – радиус $n^{\text{ой}}$ электронной орбиты; v_n – скорость электрона на $n^{\text{ой}}$ орбите</p> |
| $r_n = r_1 \cdot n^2$ | <p>– радиус $n^{\text{ой}}$ орбиты электрона в атоме водорода, где $r_1 = 0,053\text{нм}$ – радиус $1^{\text{ой}}$ орбиты в атоме водорода</p> |

1. При переходе электронов в атомах некоторого вещества с одной орбиты на другую излучаются фотоны с энергией $\epsilon = 4,4 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определить длину волны этого излучения. Ответ выразить в микрометрах.

2. Электрон в атоме переходит со стационарной орбиты с энергией $E_1 = -8,2$ эВ на орбиту с энергией $E_2 = -4,7$ эВ. Определить в электронвольтах энергию поглощаемого при этом кванта света.

3. Электрон в атоме переходит со стационарной орбиты с энергией $E_1 = -4,2$ эВ на орбиту с энергией $E_2 = -7,6$ эВ. Определить в электронвольтах энергию излучаемого фотона.

4. Электрон в атоме находится в возбужденном состоянии. Определить в электронвольтах энергию электрона в этом состоянии, если минимальная энергия, необходимая для ионизации атома в этом случае, равна $E = 2,4$ эВ.

5. Найти длину волны излучения в серии Бальмера атома водорода при переходе электрона с пятого энергетического уровня.

6. Найти частоту излучения в серии Лаймана атома водорода при переходе электрона с третьего энергетического уровня.

7. Электрон в атоме водорода находится на четвёртой орбите. Сколько квантов различной энергии может излучить атом водорода при этом?

8. Электрон в атоме водорода перешёл с четвёртой орбиты на вторую. Определить энергию испущенного при этом фотона.

9. Найти энергию электрона в атоме водорода на втором энергетическом уровне, если энергия основного состояния атома водорода $E_1 = -13,55$ эВ.

10. Найти изменение энергии электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны $\lambda = 4860 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$)

11. Определите длину волны, соответствующую третьей спектральной линии в видимой области спектра атома водорода.

12. При переходе электрона с некоторой орбиты на вторую атом водорода испускает свет с длиной волны $\lambda = 4340 \text{ \AA}$. Найти номер неизвестной орбиты.

13. Найти длину волны первой яркой линии в видимой области спектра излучения атома водорода.

14*. Полная энергия электрона на $n^{\text{ой}}$ орбите по теории Бора определяется соотношением $W_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ. Найти наименьшую энергию, которую надо сообщить электрону, находящемуся на второй орбите, чтобы ионизировать атом водорода.

15*. Найти наибольшую и наименьшую длины волн в видимой области спектра излучения атома водорода.

16*. Электрон в невозбуждённом атоме водорода получил энергию $E = 12,1$ эВ. Найти, на какой энергетический уровень перешёл электрон.

17*. Найти отношение самой большой длины волны к самой малой длине волны в спектре излучения атома водорода для инфракрасной области спектра (серия Пашена).

18*. Найти, какую энергию нужно сообщить электрону, находящемуся в основном состоянии, чтобы спектр излучения водорода содержал только три спектральные линии.

19*. Радиус первой боровской орбиты в атоме водорода равен $r_0 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ м}$. Определить линейную и угловую скорости движения электрона на этой орбите.

20*. Радиус круговой орбиты электрона в ионе гелия равен $r = 10^{-10} \text{ м}$. Найти в электронвольтах кинетическую энергию электрона на этой орбите.

21. При переходе электрона с некоторой орбиты на вторую атом водорода испускает свет с длиной волны $\lambda = 4,33 \cdot 10^{-7} \text{ м}$. Найти номер неизвестной орбиты. Насколько изменилась энергия электрона в атоме водорода.

Атомное ядро и элементарные частицы

| | |
|---|--|
| $\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_x$ | – дефект массы атомного ядра, где Z – число протонов; N – число нейтронов; m_p – масса протона; m_n – масса нейтрона; m_x – масса ядра |
| $E_{св} = \Delta m \cdot c^2$ | – энергия связи атомного ядра, где c – скорость света |
| $E_{св} = \frac{E_{св}}{A}$ | – удельная энергия связи, где A – массовое число, которое равно числу нуклонов в ядре |
| ${}_Z^A X \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4} Y + {}_2^4 He$ | – α -распад, где ${}_Z^A X$ – ядро, которое испытывает α -распад (материнское ядро); ${}_{Z-2}^{A-4} Y$ – ядро, которое образуется после распада (дочернее ядро) |
| ${}_Z^A X \rightarrow {}_{Z+1}^A Y + {}_{-1}^0 e$ | – β^- -распад; где ${}_{-1}^0 e$ – электрон |
| ${}_Z^A X \rightarrow {}_{Z-1}^A Y + {}_{+1}^0 e$ | – β^+ -распад, где ${}_{+1}^0 e$ – позитрон |
| $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ | – закон радиоактивного распада; N_0 – начальное количество радиоактивных ядер; N – количество ядер, которые не распались к моменту времени t ; T – период полураспада |

1. Определить количество протонов в ядре изотопа кислорода ${}_{8}^{17}O$.
2. В состав ядра ${}_{2}^4He$ входит 2 нейтрона и 2 протона. Определить массовое число.
3. Сколько нейтронов содержится в ядре лития ${}_{3}^7Li$?
4. В нейтральном атоме хрома на орбитах находится 24 электрона. Массовое число для хрома равно $A = 52$. Какое число протонов содержится в ядре атома хрома?
5. Насколько больше нейтронов содержится в ядре кислорода ${}_{8}^{16}O$, чем в ядре гелия ${}_{2}^4He$?
6. Во сколько раз число протонов в ядре урана ${}_{92}^{238}U$ больше числа нуклонов в ядре изотопа кислорода ${}_{8}^{16}O$?
7. Во сколько раз число нейтронов в ядре атома трития ${}_{1}^3H$ больше, чем число протонов?
8. Определить разность между числом нейтронов и числом протонов в ядре атома алюминия ${}_{13}^{27}Al$.
9. Заряд всех электронов в атоме железа равен $q = -4,16 \cdot 10^{-18}$ Кл. Каков порядковый номер железа в таблице Менделеева?
10. Во сколько раз число нейтронов в ядре атома бериллия ${}_{4}^9Be$ больше числа протонов?
11. Найти количество заряженных частиц в атоме изотопа индия ${}_{49}^{115}In$.
12. Насколько изменится порядковый номер элемента при испускании его ядром электрона?
13. В ядерной реакции ядро некоторого элемента захватывает протон и испускает α -частицу. На сколько единиц уменьшается массовое число ядра по сравнению с исходным?
14. Атомное ядро некоторого элемента захватывает нейтрон и при этом испускает гамма-квант. На сколько единиц увеличивается массовое число ядра?

15. На сколько единиц изменится порядковый номер элемента при испускании гамма-кванта?

16. На сколько единиц уменьшается массовое число при α -распаде?

17. Из ядра ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ после двух α -распадов и определенного числа β -распадов образовался элемент с порядковым номером 86. Сколько β -распадов произошло в этом случае?

18*. В ядро какого элемента превращается ядро урана ${}^{239}_{92}\text{U}$ после двух β -распадов и одного α -распада?

19. Найти недостающий продукт ядерной реакции ${}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + ?$

20. Найти недостающий продукт ядерной реакции ${}^1_1\text{H} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^1_1\text{p} + ?$

21. Удельная энергия связи для ядра гелия равна $\epsilon_{\text{г}} = 7 \text{ МэВ/нуклон}$. Определить в МэВ минимальную энергию, необходимую для разделения ядра ${}^4_2\text{He}$ на нуклоны.

22. При соединении свободных протона и нейтрона образуется ядро дейтерия и выделяется энергия, равная $E = 4 \cdot 10^{13} \text{ Дж}$. Найти в МэВ энергию связи ядра дейтерия.

23*. Найти сумму зарядов всех ядер в $\nu = 0,01 \text{ моль}$ неона, порядковый номер которого в таблице Менделеева равен 10. Число Авогадро принять равным $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.

24*. Зарядовое число ядра цинка равно $Z = 30$. Найти в миллиграммах массу цинка, в которой сумма зарядов ядер составляет величину $q = 360 \text{ Кл}$. Молярная масса цинка равна $M = 64 \text{ г/моль}$, а число Авогадро — $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.

25*. При делении изотопа ${}^{235}_{92}\text{U}$ под действием нейтрона образовались ядра стронция и ксенона с массовыми числами $A_1 = 92$ и $A_2 = 141$. Найти число свободных нейтронов, получившихся в процессе деления.

26*. Неподвижное ядро тория с массовым числом $A = 228$ испускает α -частицу. Во сколько раз скорость α -частицы больше скорости ядра, получившегося при α -распаде? Принять, что массы ядер в атомных единицах массы равны их массовым числам.

27*. На сколько уменьшится число нуклонов в ядре радиоактивного элемента после пяти α - и четырех β -распадов?

28*. При радиоактивном распаде ядро испускает α -частицу, скорость которой равна $V = 2 \cdot 10^7 \text{ м/с}$. Найти в МэВ кинетическую энергию α -частицы. Принять массу α -частицы равной $m_\alpha = 6,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

29*. Какую массу топлива с удельной теплотой сгорания $q = 3 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$ нужно сжечь, чтобы получить энергию эквивалентную энергии покоя массы в $m = 1 \text{ мг}$.

30*. Электрическая мощность атомной электростанции равна $P = 10^9 \text{ Вт}$, а КПД $\eta = 25\%$. Найти число ядер, распадающихся в реакторе за $t = 1 \text{ с}$, если в одном акте деления высвобождается энергия $E = 250 \text{ МэВ}$.

31*. Определить в МэВ энергию покоя протона, если его масса покоя равна $m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

32*. Сколько граммов урана с молярной массой $M = 0,238 \text{ кг/моль}$ расщепляется в ходе суточной работы атомной электростанции, тепловая мощность которой составляет $P = 10^6 \text{ Вт}$? Дефект массы при делении ядра урана равен $\Delta m = 4 \cdot 10^{-28} \text{ кг}$. КПД станции составляет $\eta = 20\%$.

33*. В результате излучения гамма-кванта масса покоя ядра уменьшилась на $\Delta m = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. Найти в мегаэлектронвольтах энергию гамма-кванта.

34*. Для запуска спутника израсходовано $m = 96$ кг топлива с удельной теплотой сгорания $q = 10^7$ Дж/кг. Найти в граммах массу урана с молярной массой $M = 235$ г/моль, деление которого обеспечил бы запуск спутника. При делении одного ядра урана выделяется энергия $E = 200$ МэВ.

35*. Вычислить энергию связи ядра алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$. Масса ядра ${}_{13}^{27}\text{Al}$ $m_{\text{я}} = 44,8020 \cdot 10^{-27}$ кг.

36. Найти время, за которое распадается $3/4$ от первоначального количества ядер радиоактивного изотопа, если период полураспада $T = 32$ ч.

37. Сколько процентов ядер остается нераспавшимися через время, равное трём периодам полураспада?

38. Период полураспада радиоактивного цезия равен $T = 29$ лет. Какое количество цезия из имеющейся массы $m = 1,6$ кг распадётся за время $t = 116$ лет?

Приложения

Приложение 1. Латинский и греческий алфавиты

| Латинский | | Греческий | | Латинский | | Греческий | |
|-----------|----------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|
| буквы | прочтение букв | буквы | названия букв | буквы | названия букв | буквы | названия букв |
| Aa | «а» | Α α | альфа | Aa | а | Α α | альфа |
| Bb | «бэ» | Β β | бета | Bb | бе | Β β | бета |
| Cc | «цэ» | Γ γ | гамма | Cc | це | Γ γ | гамма |
| Dd | «дэ» | Δ δ | дельта | Dd | де | Δ δ | дельта |
| Ee | «э» | Ε ε | эпсилон | Ee | е | Ε ε | эпсилон |
| Ff | «эф» | Ζ ζ | дзета | Ff | эф | Ζ ζ | дзета |
| Gg | «жэ» | Η η | эта | Gg | ге (же*) | Η η | эта |
| Hh | «аш» | Θ θ | тхэта | Hh | ха (аш*) | Θ θ | тхэта |
| Ii | «и» | Ι ι | йота | Ii | и | Ι ι | йота |
| Jj | «джы» | Κ κ | каппа | Jj | йот (жи*) | Κ κ | каппа |
| Kk | «ка» | Λ λ | лямбда | Kk | ка | Λ λ | лямбда |
| Ll | «эль» | Μ μ | мю | Ll | эль | Μ μ | мю |
| Mm | «эм» | Ν ν | ню | Mm | эм | Ν ν | ню |
| Nn | «эн» | Ξ ξ | кси | Nn | эн | Ξ ξ | кси |
| Oo | «о» | Ο ο | омикрон | Oo | о | Ο ο | омикрон |
| Pp | «пэ» | Π π | пи | Pp | пе | Π π | пи |
| Qq | «ку» | Ρ ρ | ро | Qq | ку | Ρ ρ | ро |
| Rr | «эр» | Σ σ | сигма | Rr | эр | Σ σ | сигма |
| Ss | «эс» | Τ τ | тау | Ss | эс | Τ τ | тау |
| Tt | «тэ» | Υ υ | ипсилон | Tt | те | Υ υ | ипсилон |
| Uu | «у» | Φ φ | фи | Uu | у | Φ φ | фи |
| Vv | вэ | Χ χ | хи | Vv | ве | Χ χ | хи |
| Ww | «дубль-вэ» | Ψ ψ | пси | Ww | дубль-ве | Ψ ψ | пси |
| Xx | «икс» | Ω ω | омега | Xx | икс | Ω ω | омега |
| Yy | «игрек» | | | Yy | игрек | | |
| Zz | «зэт» | | | Zz | зет | | |

Приложение 2. Физические постоянные (округленные значения)

| Физическая постоянная | Обозначение | Значение |
|---|----------------|---|
| Нормальное ускорение свободного падения | g | 9,81 м/с ² |
| Гравитационная постоянная | G | 6,67·10 ⁻¹¹ м ³ /(кг·с ²) |
| Постоянная Авагадро | N _а | 6,02·10 ²³ моль ⁻¹ |
| Универсальная газовая постоянная | R | 8,31 Дж/(моль·К) |
| Стандартный объём | V _m | 22,4·10 ⁻³ м ³ /моль |
| Постоянная Больцмана | k | 1,38·10 ⁻²³ Дж/К |
| Скорость света в вакууме | c | 3,0·10 ⁸ м/с |
| Элементарный заряд | e | 1,60·10 ⁻¹⁹ Кл |
| Масса электрона | m _e | 9,11·10 ⁻³¹ кг |
| Масса протона | m _p | 1,672·10 ⁻²⁷ кг |
| Масса нейтрона | m _n | 1,675·10 ⁻²⁷ кг |
| Постоянная Планка | h | 6,63·10 ⁻³⁴ Дж·с |
| Атомная единица массы | а.е.м. | 1,66·10 ⁻²⁷ кг |
| Электрическая постоянная | ε ₀ | 8,85·10 ⁻¹² Ф/м |
| Магнитная постоянная | μ ₀ | 4π·10 ⁻⁷ Гн/м |

Некоторые астрономические величины

| Наименование | Значение |
|---|-------------------------|
| Радиус Земли | $6,37 \cdot 10^6$ м |
| Масса Земли | $5,96 \cdot 10^{24}$ кг |
| Радиус Солнца | $6,95 \cdot 10^8$ м |
| Масса Солнца | $1,97 \cdot 10^{30}$ кг |
| Радиус Луны | $1,74 \cdot 10^6$ м |
| Масса Луны | $7,3 \cdot 10^{22}$ кг |
| Расстояние от центра Земли до центра Солнца | $1,49 \cdot 10^{11}$ м |
| Расстояние от центра Земли до центра Луны | $3,84 \cdot 10^8$ м |

Приложение 3. Единицы измерения физических величин

| Наименование величины | Единица измерения | | |
|--|----------------------------|---------------|-------------|
| | Наименование единицы | Обозначение | |
| | | Международное | Русское |
| Основные единицы | | | |
| Длина (L) | Метр | m | м |
| Масса (m) | Килограмм | kg | кг |
| Время (t) | Секунда | s | с |
| Сила электрического тока (I) | Ампер | A | А |
| Термодинамическая температура (T) | Кельвин | K | К |
| Количество вещества (ν) | Моль | mol | моль |
| Сила света (I) | Кандела | cd | кд |
| Дополнительные единицы | | | |
| Плоский угол (φ) | РадIAN | rad | рад |
| Телесный угол (Ω) | Стерeдиан | sr | ср |
| Производные единицы пространства и времени | | | |
| Площадь (S) | Квадратный метр | m^2 | m^2 |
| Объём, вместимость (V) | Кубический метр | m^3 | m^3 |
| Скорость (v) | Метр в секунду | m/s | м/с |
| Ускорение (a) | Метр на секунду в квадрате | m/s^2 | m/c^2 |
| Угловая скорость (ω) | РадIAN в секунду | rad/s | рад/с |
| Период (T) | Секунда | s | с |
| Частота периодического процесса (ν) | Герц | Hz | Гц |
| Производные единицы механических величин | | | |
| Плотность (ρ) | Килограмм на метр в кубе | kg/m^3 | $кг/м^3$ |
| Импульс тела (p) | Килограмм-метр в секунду | kg·m/s | кг·м/с |
| Сила (F) | НьютоН | N | Н |
| Момент силы (M) | НьютоН-метр | N·m | Н·м |
| Импульс силы ($F \cdot \Delta t$) | НьютоН-секунда | N·s | Н·с |
| Давление (p), механическое напряжение (σ) | Паскаль | Pa | Па |
| Работа (A), энергия (E) | Джоуль | J | Дж |
| Мощность, поток энергии (P) | Ватт | W | Вт |
| Поверхностное натяжение (σ) | НьютоН на метр | N/m | Н/м |
| Производные единицы тепловых величин | | | |
| Температура Цельсия (t) | градус Цельсия | $^{\circ}C$ | $^{\circ}C$ |
| Энергия, работа, количество теплоты (Q) | Джоуль | J | Дж |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| Теплоёмкость (C) | Джоуль на кельвин | J/K | Дж/К |
| Удельная теплоёмкость (c) | Джоуль на килограмм-кельвин | J/(kg·K) | Дж/(кг·К) |
| Производные единицы молекулярной физики | | | |
| Молярная масса (M) | Килограмм на моль | kg/mol | кг/моль |
| Производные единицы электрических и магнитных величин | | | |
| Количество электричества, электрический заряд (q) | Кулон | С | Кл |
| Напряжённость электрического поля (E) | Вольт на метр | V/m | В/м |
| Электрическое напряжение (U), потенциал электрического поля (φ), разность потенциалов ($\Delta\varphi$), электродвижущая сила (\mathcal{E}) | Вольт | V | В |
| Электрическая ёмкость (C) | Фарад | F | Ф |
| Магнитная индукция (B) | Тесла | T | Тл |
| Магнитный поток (Φ) | Вебер | Wb | Вб |
| Индуктивность (L) | Генри | H | Гн |
| Электрическое сопротивление (R) | Ом | Ω | Ом |
| Удельное электрическое сопротивление (ρ) | Ом-метр | $\Omega\cdot m$ | Ом·м |
| Производные единицы световых величин | | | |
| Энергия излучения (E) | Джоуль | J | Дж |
| Поток излучения (Φ_e) | Ватт | W | Вт |
| Световой поток (Φ_v) | Люмен | lm | лм |
| Яркость (R) | Кандела на квадратный метр | cd/m ² | кд/м ² |
| Светимость (R_e) | Люмен на квадратный метр | lm/m ² | лм/м ² |
| Освещённость (E) | Люкс | lx | лк |

Приложение 4. Множители и приставки для образования кратных и дольных единиц

| Наименование | Обозначение | Множитель | Наименование | Обозначение | Множитель |
|--------------|-------------|-----------|--------------|-------------|------------|
| экса | Э | 10^{18} | деци | д | 10^{-1} |
| пэта | П | 10^{15} | санتي | с | 10^{-2} |
| тера | Т | 10^{12} | милли | м | 10^{-3} |
| гига | Г | 10^9 | микро | мк | 10^{-6} |
| мега | М | 10^6 | нано | н | 10^{-9} |
| кило | К | 10^3 | пико | п | 10^{-12} |
| гекто | Г | 10^2 | фемто | ф | 10^{-15} |
| дека | да | 10^1 | атто | а | 10^{-18} |

Приложение 5. Физические свойства наиболее распространённых веществ

Плотность твёрдых тел

| Твёрдое тело | Плотность, $\rho \cdot 10^3$, кг/м ³ | Твёрдое тело | Плотность, $\rho \cdot 10^3$, кг/м ³ |
|--------------|--|--------------|--|
| Алюминий | 2,70 | Медь | 8,93 |
| Барий | 3,50 | Никель | 8,90 |
| Ванадий | 6,02 | Свинец | 11,3 |
| Висмут | 9,80 | Серебро | 10,5 |
| Железо | 7,88 | Цезий | 1,90 |
| Литий | 0,53 | Цинк | 7,15 |
| Золото | 19,3 | Сталь | 7,8 |
| Стекло | 2,5 | Алмаз | 3,5 |

Плотность жидкостей

| Жидкость | Плотность, $\rho \cdot 10^3$, кг/м ³ | Жидкость | Плотность, $\rho \cdot 10^3$, кг/м ³ |
|----------------|--|----------------|--|
| Вода (при 4°С) | 1,00 | Сероуглерод | 1,26 |
| Глицерин | 1,26 | Спирт, керосин | 0,80 |
| Ртуть | 13,6 | Масло | 0,9 |

Плотность газов (при нормальных условиях)

| Газ | Плотность, ρ , кг/м ³ | Газ | Плотность, ρ , кг/м ³ |
|---------|---------------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| Азот | 1,25 | Кислород | 1,43 |
| Водород | 0,09 | Углекислый газ | 1,98 |
| Воздух | 1,29 | | |

Диэлектрическая проницаемость веществ

| Вещество | Проницаемость | Вещество | Проницаемость |
|------------------|---------------|------------------|---------------|
| Вода | 81 | Парафин, керосин | 2,0 |
| Масло трансформ. | 2,2 | Стекло | 7,0 |
| Кварц | 4,5 | Фарфор | 6,0 |

Удельное сопротивление некоторых металлов

| Металл | Удельное сопротивление, Ом·м | Металл | Удельное сопротивление, Ом·м |
|----------|------------------------------|---------|------------------------------|
| Железо | $9,8 \cdot 10^{-8}$ | Нихром | $1,1 \cdot 10^{-6}$ |
| Медь | $1,7 \cdot 10^{-8}$ | Серебро | $1,6 \cdot 10^{-8}$ |
| Вольфрам | $5,3 \cdot 10^{-8}$ | Свинец | $21 \cdot 10^{-8}$ |

Приложение 6. Основные правила приближенных вычислений

Значащими цифрами числа называются все его цифры, кроме нуля, если он стоит в начале. Пример: 0,03010 – 4 значащие цифры.

Общее правило – при вычислении сумм, разностей, произведений, частных результатов не должен содержать больше значащих цифр, чем наименее точное из слагаемых, сомножителей и т.д.

При вычислении функций ограничиваются числом значащих цифр аргумента. Если результат вычисления является промежуточным и используется в дальнейших вычислениях, необходимо сохранить в нем на одну значащую цифру больше, чем это требуется предыдущим правилом. Если в вычисляемое выражение входят постоянные типа π , y , константы приборов и т.п., следует для них брать значащих цифр на одну больше, чем в самом неточном из участвующих в выражениях чисел. Это делается для того, чтобы вычисления с постоянными величинами не вносили дополнительные ошибки.

Если это по каким-либо причинам невозможно (например, значения постоянной прибора недостаточно точно известны), то соответствующую константу в выражении для физической величины следует рассматривать наравне с другими переменными, и в окончательное выражение для физической величины будет входить погрешность соответствующей константы.

Погрешность следует всегда выражать в тех же единицах измерения, что и саму измеряемую величину. Например, $L = (1,572 \pm 0,004)$ м, но не $L = (1,572 \pm 4)$ мм. Число и его погрешность всегда записывается так, чтобы их последние цифры принадлежали к одному и тому же десятичному разряду. Нельзя писать $24 \pm 0,2$, или $21,62 \pm 0,3$.

Правильная запись: $24,0 \pm 0,2$ или $21,6 \pm 0,3$. Нуль писать так же обязательно, как и любую другую цифру: $25,30 \pm 0,02$, но не $25,3 \pm 0,02$.

Приближенные числа рекомендуется представлять в нормальном виде, для чего первая значащая цифра записывается в разряде единиц, а остальные – в разряде десятых, сотых и т.д. Например: $a = (3,56 \pm 0,40) \cdot 10^{-9} \text{ м} = (3,56 \pm 0,40) \text{ нм}$

Вычисленные погрешности прямых и косвенных измерений должны округляться до одной значащей цифры, за исключением тех случаев, когда она равна 1 – в этом случае сохраняется две значащих цифры, причём вторая из них округляется до 5.

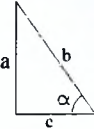
При записи констант и других заданных чисел часто применяется неявный способ указания их погрешностей: выписываются только надёжно известные значащие цифры числового значения, а ненадёжные отбрасываются с применением обычных правил округления. Запись $L = 1,2 \text{ м}$ читается как $L = (1,20 \pm 0,05) \text{ м}$ и так далее.

Приложение 7. Основные сведения из математики

1. Элементарная алгебра

| Формулы сокращённого умножения | | | | |
|---|---|---|---------------------------------|---|
| Квадрат суммы (разности) | | $(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2 \cdot a \cdot b + b^2$ | | |
| Разность квадратов | | $a^2 - b^2 = (a + b) \cdot (a - b)$ | | |
| Куб суммы (разности) | | $(a \pm b)^3 = a^3 \pm 3 \cdot a \cdot b^2 + 3 \cdot a^2 \cdot b \pm b^3$ | | |
| Сумма кубов | | $a^3 + b^3 = (a + b) \cdot (a^2 - a \cdot b + b^2)$ | | |
| Разность кубов | | $a^3 - b^3 = (a - b) \cdot (a^2 + a \cdot b + b^2)$ | | |
| Действия с дробями | | | | |
| Сложение и вычитание | | Умножение | | Деление |
| $\frac{a}{b} \pm \frac{c}{d} = \frac{a \cdot d \pm b \cdot c}{b \cdot d}$ | | $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{a \cdot c}{b \cdot d}$ | | $\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{a \cdot d}{b \cdot c}$ |
| Пропорция и её свойства | | | | |
| $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ | a и d – крайние члены, b и c – средние члены пропорции | | | |
| $a \cdot d = b \cdot c$ | произведение крайних членов равно произведению средних членов | | | |
| $\frac{d}{b} = \frac{c}{a}$ | крайние члены пропорции можно поменять местами | | | |
| $\frac{a}{c} = \frac{b}{d}$ | средние члены пропорции можно поменять местами | | | |
| Степенные выражения | | | | |
| a^2 | произносится: квадрат числа a или a в квадрате, или a квадрат | | | |
| a^3 | произносится: куб числа a или a в кубе, или a куб | | | |
| \sqrt{a} | произносится: корень квадратный из числа a | | | |
| $\sqrt[3]{a}$ | произносится: корень кубический из числа a | | | |
| Действия со степенными выражениями | | | | |
| $a^1 = 1$ | $a^1 = a$ | $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$ | $a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a}$ | $a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m}$ |
| $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$ | $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$ | $(a^m)^n = a^{m \cdot n}$ | $a^m \cdot b^m = (a \cdot b)^m$ | $\frac{a^m}{b^m} = \left(\frac{a}{b}\right)^m$ |

2. Элементарная тригонометрия

| | | |
|---|---|--|
|  | $a = b \cdot \sin \alpha$ $c = b \cdot \cos \alpha$ | $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{a}{c}$ $\operatorname{ctg} \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{c}{a}$ |
|---|---|--|

3. Основные тригонометрические соотношения

$$\sin \alpha = \pm \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\pm \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{1}{\pm \sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha}}$$

$$\cos \alpha = \pm \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{1}{\pm \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{\operatorname{ctg} \alpha}{\pm \sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\pm \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{\pm \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha} = \frac{1}{\operatorname{ctg} \alpha}$$

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{\pm \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha} = \frac{\cos \alpha}{\pm \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}} = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Выбор знака перед корнем зависит от того, в какой четверти находится угол α .

4. Некоторые значения тригонометрических функций

| α | | $\sin \alpha$ | $\cos \alpha$ | $\operatorname{tg} \alpha$ | $\operatorname{ctg} \alpha$ |
|----------|-----------|----------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|
| град | рад | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | ∞ |
| 5 | $\pi/36$ | 0,087 | 0,996 | 0,0875 | 11,430 |
| 10 | $\pi/18$ | 0,174 | 0,985 | 0,1763 | 5,671 |
| 15 | $\pi/12$ | 0,259 | 0,966 | 0,2679 | 3,732 |
| 20 | $\pi/9$ | 0,342 | 0,940 | 0,3640 | 2,747 |
| 25 | $5\pi/36$ | 0,423 | 0,906 | 0,4663 | 2,145 |
| 30 | $\pi/6$ | 0,500 | $\sqrt{3}/2 = 0,866$ | $\sqrt{3}/3 = 0,577$ | $\sqrt{3} = 1,732$ |
| 35 | $7\pi/36$ | 0,574 | 0,8192 | 0,7002 | 1,428 |
| 40 | $2\pi/9$ | 0,643 | 0,7660 | 0,8391 | 1,192 |
| 45 | $\pi/4$ | $\sqrt{2}/2 = 0,707$ | $\sqrt{2}/2 = 0,707$ | 1 | 1 |
| 60 | $\pi/3$ | $\sqrt{3}/2 = 0,866$ | 0,500 | $\sqrt{3} = 1,732$ | $\sqrt{3}/3 = 0,577$ |
| 90 | $\pi/2$ | 1 | 0 | ∞ | 0 |
| 180 | π | 0 | -1 | 0 | $-\infty$ |
| 270 | $3\pi/2$ | -1 | 0 | $-\infty$ | 0 |

5. Формулы приведения

| α | $\sin \alpha$ | $\cos \alpha$ | $\operatorname{tg} \alpha$ | $\operatorname{ctg} \alpha$ |
|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|------------------------------|
| $\pi/2 - \alpha$ | $\cos \alpha$ | $\sin \alpha$ | $\operatorname{ctg} \alpha$ | $\operatorname{tg} \alpha$ |
| $\pi/2 + \alpha$ | $\cos \alpha$ | $-\sin \alpha$ | $-\operatorname{ctg} \alpha$ | $-\operatorname{tg} \alpha$ |
| $\pi - \alpha$ | $\sin \alpha$ | $-\cos \alpha$ | $-\operatorname{tg} \alpha$ | $-\operatorname{ctg} \alpha$ |
| $\pi + \alpha$ | $-\sin \alpha$ | $-\cos \alpha$ | $\operatorname{tg} \alpha$ | $\operatorname{ctg} \alpha$ |
| $3\pi/2 - \alpha$ | $-\cos \alpha$ | $-\sin \alpha$ | $\operatorname{ctg} \alpha$ | $\operatorname{tg} \alpha$ |
| $3\pi/2 + \alpha$ | $-\cos \alpha$ | $\sin \alpha$ | $-\operatorname{ctg} \alpha$ | $-\operatorname{tg} \alpha$ |
| $2\pi - \alpha$ | $-\sin \alpha$ | $\cos \alpha$ | $-\operatorname{tg} \alpha$ | $-\operatorname{ctg} \alpha$ |
| $2\pi + \alpha$ | $\sin \alpha$ | $\cos \alpha$ | $\operatorname{tg} \alpha$ | $\operatorname{ctg} \alpha$ |
| $-\alpha$ | $-\sin \alpha$ | $\cos \alpha$ | $-\operatorname{tg} \alpha$ | $-\operatorname{ctg} \alpha$ |

6. Элементы векторной алгебры и аналитической геометрии

| Сложение векторов | |
|---|---|
| <p>а) $a + b$ б) $a + b$ в) $a + b + c$</p> | |
| a – правило параллелограмма; b – правило треугольника; $в$ – правило многоугольника | |
| Вычитание векторов | Умножение вектора на скаляр |
| <p>$a - b$ $b - a$</p> | <p>$2a$ $-2a$ $\frac{1}{2}a$</p> |
| Скалярное произведение двух векторов $\vec{a} \cdot \vec{b} = a \cdot b \cdot \cos \alpha$ | Векторное произведение двух векторов $\vec{a} \times \vec{b} = a \cdot b \cdot \sin \alpha = -(\vec{b} \times \vec{a})$ |
| <p>α</p> | <p>$(b \cdot a)$ $(a \cdot b)$</p> |
| Проецирование вектор \vec{a} на оси x и y | |
| <p>a_x a_y α</p> | $a_x = x_2 - x_1 = a \cdot \cos \alpha$; $a_y = y_2 - y_1 = a \cdot \sin \alpha$ <p>где a_x – проекция вектора \vec{a} на ось x; a_y – проекция вектора \vec{a} на ось y; x_1 и y_1 – координаты начала вектора \vec{a}; x_2 и y_2 – координаты конца вектора \vec{a}; α – угол между вектором \vec{a} и осью x.</p> $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$ – модуль вектора, выраженный через его проекции |
| Треугольник | |
| Сумма внутренних углов $\alpha + \beta + \gamma = \pi$ <p>Теорема косинусов</p> $a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos \alpha$ $b^2 = a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos \beta$ $c^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \gamma$ <p>Теорема синусов</p> $\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} = 2R$ <p>R – радиус описанной окружности</p> | <p>α, β, γ a, b, c</p> |

| | |
|--|---|
| Длина медианы, которую провели из вершины A: | $m_A = \frac{1}{2}\sqrt{2 \cdot b^2 + 2 \cdot c^2 - a^2}$ |
| Длина высоты, которую провели из вершины A: | $h_A = \frac{2\sqrt{p \cdot (p-a) \cdot (p-b) \cdot (p-c)}}{a}$ p – полупериметр |
| Длина биссектрисы, которую провели из вершины A: | $l_A = \frac{2\sqrt{b \cdot c \cdot p \cdot (p-a)}}{b+c}$ |

Прямоугольный треугольник

| | |
|---|--|
| Сумма острых углов $\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$ Теорема Пифагора $c^2 = a^2 + b^2$ Связь между сторонами и углами $a = c \cdot \sin \alpha = c \cdot \cos \beta$ $b = c \cdot \sin \beta = c \cdot \cos \alpha$ $a = b \cdot \operatorname{tg} \alpha = c \cdot \operatorname{ctg} \beta$ $b = a \cdot \operatorname{tg} \beta = a \cdot \operatorname{ctg} \alpha$ | |
|---|--|

Площадь треугольника

| |
|--|
| $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h_A = \frac{1}{2} \cdot b \cdot h_B = \frac{1}{2} \cdot c \cdot h_C$ |
| $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \cdot \sin \gamma = \frac{1}{2} \cdot a \cdot c \cdot \sin \beta = \frac{1}{2} \cdot b \cdot c \cdot \sin \alpha$ |
| $S = \sqrt{p \cdot (p-a) \cdot (p-b) \cdot (p-c)}$ |
| $S = \frac{a \cdot b \cdot c}{4R} = p \cdot r$ |
| R – радиус описанной окружности; r – радиус вписанной окружности |

Параллелограмм

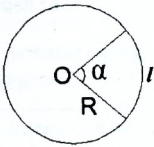
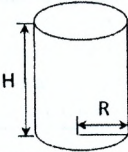
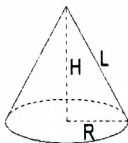
| | |
|---|--|
| Сумма углов $\alpha + \beta = \pi$ Площадь $S = a \cdot h = a \cdot b \cdot \sin \alpha$ Свойство диагоналей $ AC ^2 + BD ^2 = 2 \cdot (a^2 + b^2)$ | |
|---|--|

Ромб

| | |
|---|--|
| Сумма углов $\alpha + \beta = \pi$ $ AB = BC = CD = AD = a$ Площадь $S = a \cdot h = a^2 \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} \cdot AC \cdot BD $ | |
|---|--|

Трапеция

| | |
|---|--|
| $AD \parallel BC$ Средняя линия $ EF = \frac{1}{2} \cdot (a+b)$ Площадь $S = EF \cdot h = \frac{1}{2} \cdot (a+b) \cdot h$ | |
|---|--|

| Окружность и круг | | |
|---|---|---|
| Длина окружности $L = 2\pi \cdot R = \pi \cdot d$ <i>d</i> – диаметр окружности | Длина дуги $l = \alpha \cdot R$ α – центральный угол, (рад) |  |
| Площадь круга $S = \pi \cdot R^2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ | Площадь сектора $S_{сек} = \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot \alpha$ | |
| Шар | | |
| Площадь поверхности $S = 4\pi \cdot R^2 = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2$ <i>R</i> – радиус шара, <i>d</i> – диаметр шара | Объём $S = \frac{4}{3} \pi \cdot R^3 = \frac{1}{6} \pi \cdot d^3$ | |
| Цилиндр | | |
| Площадь боковой поверхности $S = 2\pi \cdot R \cdot H$ <i>R</i> – радиус основания, <i>H</i> – высота цилиндра Объём $V = \pi \cdot R^2 \cdot H$ |  | |
| Конус | | |
| Площадь боковой поверхности $S_{бок} = \pi \cdot R \cdot L$ <i>R</i> – радиус основания, <i>L</i> – образующая Объём $V = \frac{1}{3} \pi \cdot R^2 \cdot H$ <i>H</i> – высота конуса |  | |

Литература

1. Галякевич, Б.К. Физика в экзаменационных задачах: Справочник для учителей, репетиторов и абитуриентов / Б.К. Галякевич, А.И. Болсун. – Мн.: Беларуская энц., 2001. – 445 с.
2. Болсун, А.И. Физика в экзаменационных вопросах и ответах / А.И. Болсун. – Мн.: Беларуская энцыклапедыя, 1996.
3. Аксенович, Л.А. Физика. Практические занятия / Л.А. Аксенович, С.М. Жаврид, И.Н. Медведь. – Мн.: Вышэйшая школа, 1993. – 292 с.
4. Гольдфарб, Н.И. Сборник вопросов и задач по физике / Н.И. Гольдфарб. – М.: Высшая школа, 1983. – 351 с.
5. Максимачёв, Ю.В. Методические указания для подготовки к письменному экзамену по физике / Ю.В. Максимачёв, Т. И. Стрелкова, Б. К. Галякевич. – Мн.: МРТИ, 1990. Часть I, II. – 246 с.
6. Максимачёв, Ю.В. Экзаменационные задания по физике / Ю.В. Максимачёв, Т.И. Стрелкова, Б.К. Галякевич. – Мн.: БГУИР, 1994. – 33 с.
7. Галякевич, Б.К. Физика. 75 вариантов экзаменационных заданий. Пособие для абитуриентов и школьников / Б.К. Галякевич. – Мн.: БГУИР, 1995. – 103 с.
8. Балаш, В.А. Задачи по физике и методы их решения / В.А. Балаш. – М.: Просвещение, 1974. – 414 с.
9. Гурский, И.П. Элементарная физика с примерами решения задач/ под редакцией И.В. Савельева / И.П. Гурский. – М.: Наука, 1984. – 448 с.
10. Задачи по физике для подготовительных отделений вузов / под ред. А.И. Гуци. – Мн.: Высшая школа., 1980. – 190 с.
11. Рымкевич, А.П. Сборник задач по физике / А.П. Рымкевич. – М.: Просвещение, 1988. – 191 с.

Ответы

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|--|--|--------------------------|
| Равномерное, равнопеременное движение | 17 м | 4,5 с | на 20 с | 6,2 м/с | 50 км/ч |
| Свободное падение | 20 м | 3,41 с | 15 м/с | 31 м/с; 3 с | 10,2 м/с |
| Движение по окружности | 2 с; π рад/с; 2 π м/с; 20 м/с ² | 4,5 м/с | 4 рад/с | 1800 | 3,14 м/с ² |
| Законы Ньютона | 4 Н | 30 Н | 22 Н; 20; 18 Н | 12 /с ² ; 0 м/с ² | 5000 кг |
| Импульс. ЗСИ. | 64,5 кг | 4 м/с | 2·10 ⁷ Н·с | 1,6 /с | 100 м/с |
| Работа. Мощность | 90 Вт | 20 кВт | 30 Дж | 500 Вт | 12,5 Вт |
| Энергия. ЗСЭ. | 2,5 кДж; 0,3 кДж; 2,8 кДж | 150 Дж | 0,3 кг | 2 кг; 4 м/с | 4,5 Дж |
| Статика | 7 Н; 1 Н; 5 Н | 4,23 Н | 5 Н | 22,3 Н | 45° |
| Гидростатика | 1000 Н | 4/5 | 5 кг | 0,9 кПа | 50 Н |
| Мех. колебания и волны | 0,02 м | 0,25 м | 0,5 м/с ² | 72° | 4 м |
| Основы МКТ. Идеальный газ | 1660 Па | 600 Па | 12,5 м ³ | в 1,2 раза | 8 Дж/(моль·К) |
| Термодинамика | 4 моль | 20 кПа | на 2,5° | 0,4 моль | 5 Дж |
| Тепловые процессы | 390 Дж/(кг·К) | 780 Дж/К | 4610 Дж | 2 кг | 4150 Дж/(кг·К) |
| Электростатика | в 2 раза | 2,5 мкКл | 0,9 м | 6 мКл | в 3 раза |
| Конденсаторы | 3,7 пФ | 40 кВ | в 1,5 раза | 1,5 мФ | 0,5 мкФ |
| Законы постоянного тока | 18 Кл | 0,05 м/с | 8 мм ² | 3 кОм | 24 Ом |
| Магнитное поле тока | 2 А | 13772 | 12 мТл | 1·10 ⁻⁵ Тл | 1,89·10 ⁻⁵ Тл |
| Электромагнитная индукция | 2 мВб | 2 Тл | 0 Вб | 0,02 Вб | 0,6 Вб |
| Электромагнитные колебания | 10 ⁻⁵ /2 π Кл | 50 мГн | 5 А; 100 Гц; 10 мс; 3,53 А | 628 м | 10 А |
| Переменный электрич. ток | 71 В | 2,1 А | 100 мкФ | 0,1 мс; 10 кГц | 63 Ом |
| Оптика | 20 см | 15 см | 0,04 м ² | 80° | 20 м/с |
| Волновая оптика | 700 нм; 400 нм | 4·10 ¹⁴ Гц; 2,3·10 ⁸ м/с | в 1,86 раз | 377,6 нм | 720 нм |
| Основы СТО | 8,2·10 ⁻¹⁴ Дж | 8,2·10 ⁻¹⁴ Дж; 0,51 МэВ | 1,5·10 ⁻¹⁰ Дж; 939,4 МэВ | в 1,51 раза | 2,6·10 ⁸ м/с |
| Основы квантовой физики | 6,6 эВ | 60 Вт | 2,5 эВ | в 1,6 раза | в 1,5 раза |
| Физика атома | 0,45 мкм | 3,5 эВ | 3,4 эВ | -2,4 эВ | 4,3·10 ⁻⁷ м |
| Атомное ядро и элементарные частицы | 8 | 4 | 4 | 24 | на 6 |

Ответы (продолжение)

| | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|--------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Равномерное, равнопеременное движение | 9,6 м/с | 30 км/ч | 1,2V | 10 с | 2,5 м/с |
| Свободное падение | 3,8 с; 21 м/с | 10 м | 0,76 с; 45 м | 2 с | 20 м |
| Движение по окружности | 30 м/с ² | в 2 раза | 19 м/с | в 2 раза | 233 м/с |
| Законы Ньютона | 1,66 м/с ² | 16,6 Н | 5 кН/м | 50 м/с ² | 0,2 м/с ² ; 1,2 м/с |
| Импульс. ЗСИ | 14 Н·с; 20 Н·с | 1,4 Н·с | 17·10 ⁻³ Н·с | 1,8 Н·с | 0,04 Н·с |
| Работа. Мощность | - 16 Дж | 8 кН/м | 3200 Дж | - 200 Дж | - 55 Дж |
| Энергия. ЗСЭ | 1,8 кДж | в 2 раза | в 4 раза | 2 Дж | 8 Дж |
| Статика | 100 Н | 4 Н | 17,3 Н | 1,35 Н | 500 Н |
| Гидростатика | 0,4 м | 60 м | 90 кПа | 5 кПа | 900 кг |
| Мех. колебания и волны | 31,4 с ⁻¹ | 0,5 Гц | 3,14 с | в 9 раз | 500 Н/м |
| Основы МКТ Идеальный газ | 880 мг | 7 кПа | 2 моль | 4,8 кг | в 3 раза |
| Термодинамика | 1,5 моль | в 3 раза | 180 Дж | 830 Дж | 15 Дж |
| Тепловые процессы | 226 Дж | 4200 Дж | 2250 кДж/кг | 2 кг | 0,5 кг |
| Электростатика | в 9 раз | в 4 раза | 3,2 мкЛ | 900 В/м | 6 кВ |
| Конденсаторы | в 4 раза | 1 | в 4 раза | 15 Дж | 13,5 Дж |
| Законы постоянного тока | 95 Ом | 168 В | 840 Ом | 0,2 А | 9 В |
| Магнитное поле тока | 2 м | 0,4 мкТл | 7,5 мкТл | 8,5 мкТл; 5,4 мкТл | 0,5 Тл |
| Электромагнитная индукция | 60 А | 60 мВб | 100 с | 50 мс | 20 мВб |
| Электромагнитные колебания | 0,33 МГц; 3 мкс | 199 кГц; 796 кГц | 45 км | 3200 кГц | 0,63 мс |
| Переменный электрич. ток | 80 Ом | 25 Гц | 1,8 А; 1,3 А | 500 В; 357 В | 3 мкФ |
| Оптика | 0,88 м | 1,73 | 1,25 | в 2 раза | 519 м |
| Волновая оптика | 133,3 нм | 5·10 ⁻⁷ м | 5066 нм | 0,6п рад | 0,45 мкм |
| Основы СТО | 1,98·10 ⁸ м/с | На 6,7 лет | 16,6 см | в 1,16 раза | 1,005·10 ¹¹ Кл/кг |
| Основы квантовой физики | 2,8 эВ | 3,75 эВ | 10 ¹⁸ | 700 с | в 100 раз |
| Физика атома | 2,9·10 ¹⁵ Гц | 6 | 4,1·10 ⁻¹⁹ Дж | - 5,42·10 ⁻¹⁹ Дж | - 4,1·10 ⁻¹⁹ Дж |
| Атомное ядро и элементарные частицы | в 5,75 раза | в 2 раза | 1 | 26 | в 1,25 раза |

Ответы (продолжение)

| | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--|--|------------------------|---------------------------------|----------|-----------------------|
| Равномерное, равнопеременное движение | 1 м/с | 2,5 м/с | 3 м/с ² | 20 м/с | 2 с |
| Свободное падение | 0,6 с | 2 с | 15 м/с | 2 с | 4 с |
| Движение по окружности | 24 м/с | 100 с | 1 | 100 | 300 м |
| Законы Ньютона | 0,15 м | 1 см | 1,6 Н | 27 Н | 48000 кг |
| Импульс. ЗСИ | на 0,04 Н·с | 30 м/с | 11 м/с | 1,5 м/с | в 1,5 раза |
| Работа. Мощность | 70 Дж | 2,6·10 ⁶ Дж | - 150 мДж | 30 кВт | 0,4 Дж |
| Энергия. ЗСЭ | 2000 Дж | 6,25 Дж | в 2,25 раза | 4,5 кДж | на 750 Дж |
| Статика | 486 Н | 0 | 1 Н·м | 6,4 м | 1,3 м |
| Гидростатика | 60 Н | 100 Н | 2,5 кН | 2 Н | в 5 раз |
| Мех. колебания и волны | 314 мс | 4 кг | 0,24 Дж | 6,28 м/с | 1 с |
| Основы МКТ. Идеальный газ | в 22,5 раза | в 1,4 раза | 0,72 кг | 4,2 кПа | 2 кг |
| Термодинамика | 17 Дж | 124,5 Дж | 415 Дж | - 53 Дж | 25 % |
| Тепловые процессы | 7,5 г | 55° | на 40° | 1050 Дж | 4,2 м |
| Электростатика | 10 мкКл | 0 В/м | 150 В/м; 650 В/м | 500 В/м | 2 мкДж |
| Конденсаторы | 1 см | 4 Дж | 70 мкН | 105 В/м | 0,12 Дж |
| Законы постоянного тока | 1 Ом | 440 Дж | 5 с | 110 В | 2 А |
| Магнитное поле тока | 3 мТл | 0,5 Тл | 35,7 мкТл; 4,3 мкТл | 50 мкТл | 0,3 Н |
| Электромагнитная индукция | 0,3 с | 0,45 с | 6 А | 3 В | 3,2 мГн |
| Электромагнитные колебания | 10 мкФ; 0,2 мкДж | в 4 раза | 2 А | | |
| Переменный электрич. ток | в 200 раз | 0,2 Гн | 125 В; 20 мс; 50 Гц; 0; 63 В | 14 мА | 796 Гц |
| Оптика | 0,4 | 2 см | 90° | 75° | 1,1 |
| Волновая оптика | 4·10 ³ ; 6·10 ³ ; 9,7·10 ³ | 1,3 м | 3,8 см | 2 м | 0,5 мм |
| Основы СТО | 3,7·10 ⁻¹² кг | в 1,5 раза | 0,8 м | 2 г | 9·10 ¹³ Дж |
| Основы квантовой физики | 1000 тГц | в 4 раза | 1,2 В | 1,9 эВ | на 3,2 эВ |
| Физика атома | 4,34·10 ⁻⁷ м | 5 | 655 нм | 3,4 эВ | 656 нм; 365 нм |
| Атомное ядро и элементарные частицы | 98 | на 1 | На 3 | на 1 | 0 |

Ответы (продолжение)

| | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|--|-------------------------|--|--------------------------------|--|------------------------------|
| <i>Равномерное, равнопеременное движение</i> | 2 м/с ² | в 3 раза | 2 м/с | 3 м/с ² | 5 с |
| <i>Свободное падение</i> | 3,5 с | 30 м; 90 м; 150 м | в 1,4 раза | 41,6 м | в 11 раз |
| <i>Движение по окружности</i> | 20 раз | в 36 раз | в 1,1 раза | 4 м | 25 |
| <i>Законы Ньютона</i> | 900 кг/м ³ | 0,5 кг | в 2 раза | 200 Н/м | 40 Н |
| <i>Импульс. ЗСИ</i> | 3 | 4 Н·с | в 1,1 раза | 59 м/с; tgα = 0,469 | 1 м |
| <i>Мех. работа. Мощность.</i> | 150 кДж | 50 Дж | 1 Дж | – 200 Дж | 0,18 м |
| <i>Энергия. ЗСЭ</i> | 5 Дж | 0,5 Дж | 1,41 м/с | 9 м | 2 м/с |
| <i>Гидростатика</i> | 40 Н/м | 1 кН | на 30,2 см | 300 Дж | 1,25 Н |
| <i>Мех. колебания и волны</i> | 0,4 м/с ² | 12,56 с | 0,04 м | в 5 раз | 1 м |
| <i>Основы МКТ. Идеальный газ</i> | 10 моль | в 2 раза | 1,92 м ³ | 10 кПа | 276 К |
| <i>Термодинамика</i> | 375 К | в 1,5 раза | 240 кПа | 121,5 Дж | 174,3 Дж |
| <i>Тепловые процессы</i> | 3 | на 0,6° | 100 г | 42 % | 4,95 г |
| <i>Электростатика</i> | 705 Дж | 3 Дж | 40 мДж | в 10 раз | 1600 кг/м ³ |
| <i>Конденсаторы</i> | в 3 раза | 90 В | 90 В | 10 В | в 2 раза |
| <i>Законы постоянного тока</i> | 15 В | 10 Ом | 3780 Дж | 30 Кл | в 1,5 раза |
| <i>Магнитное поле тока</i> | 8 Н | 3 м | в 9 раз | 2,5 м | 2500 кг/м ³ |
| <i>Электромагнитная индукция</i> | 1,25 Дж | 4 А | в 2 раза | в 3 раза | в 2 раза |
| <i>Переменный электр. ток</i> | 40 мкГн | 7,5 Ом | 227,4 В | 10,8 В | 50 В |
| <i>Оптика</i> | 0,97 м | 2,3 м | 4 см; | 0,5 см | на 10 см |
| <i>Волновая оптика</i> | 500 нм | 4 | 5; ослабление | 1,8 мм; 3,6 мм; 5,4 мм | 7,2 мм |
| <i>Основы СТО</i> | 2,6·10 ⁸ м/с | 4,5·10 ⁸ м/с; 2,88·10 ⁸ м/с | 2,73·10 ⁸ м/с | 3,8·10 ⁻¹⁵ Дж | 2,6·10 ⁸ м/с |
| <i>Основы квантовой физики</i> | на 2,4 эВ | 2,5 эВ | 2,5 эВ | 2 мкКл | 2,8 эВ |
| <i>Физика атома</i> | 3 | 16/7 | 12,1 эВ | 2,2·10 ⁶ м/с; 4,1·10 ¹⁶ рад/с | 14,4 эВ |
| <i>Атомное ядро и элементарные частицы</i> | на 4 | 2 | ²³⁵ ₉₂ U | ⁰ ₀ γ | ⁴ ₂ He |

Ответы (продолжение)

| | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
|--|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| <i>Равномерное, равнопеременное движение</i> | за 2 с | 50 м | 0,04 м/с ² | 24 м | 1,5 м/с ² | 1 с |
| <i>Свободное падение</i> | 49 м/с | 30 м/с | 19 м; 1,5 с | 0,86 с; 4,9 с | 0,6 с | 0,4 с |
| <i>Движение по окружности</i> | 1,73 | 90 см | 40 м/с ² | 3,8 м | 28,5 | |
| <i>Законы Ньютона</i> | 0,2 | 50 Н | 510 м | 10 Н | 3 Н | 7 м/с ² |
| <i>Импульс. ЗСИ</i> | 6 м/с; $\alpha=180^\circ$ | 1 Н·с; 2 Н·с; 21 Н; 201 Н | 16 Н·с; 48 Н·с; 16 Н | 10 кН; 100 Н·с | 20 с; 200 Н·с | |
| <i>Мех. работа. Мощность.</i> | 2,5 Дж | - 4 Дж | 0,3 Дж | 0,3 Дж | 43 кН | 1 кН |
| <i>Энергия. ЗСЭ</i> | 5 Дж | - 7 Дж | 21 Дж | 2 Дж | 175 Дж | 2 Н |
| <i>Гидростатика</i> | 225 Н | 0,02 Дж | 250 кг/м ³ | 1250 кг/м ³ | $(\rho_0 - \rho)/\rho_0$ | 1200 кг/м ³ |
| <i>Мех. колебания и волны</i> | 1 м | 4 с | 5 с | 0,08 м | в 4 раз | 314 мс |
| <i>Основы МКТ. Идеальный газ</i> | 546 К | 270 м ³ | в 1,5 раза | в 3 раза | на 327 К | в 4 раза |
| <i>Термодинамика</i> | 50 Дж | 150 Дж | 249 Дж | 50 Дж | 4160 Дж | 120 Дж |
| <i>Тепловые процессы</i> | в 2 раза | в 3 раза | 160 МВт | | | |
| <i>Электростатика</i> | 1,25 м | в 4 раза | в 3 раза | 150 мкН | 296 Н | 1 мг |
| <i>Конденсаторы</i> | 15 мДж | 0,12 Дж | 25 Н | 0,1 мкДж | 0,4 мкДж | |
| <i>Законы постоянного тока</i> | 1 мм ² | 2000 °С | 9 Ом | 4 | 0,2 А | 1,5 А |
| <i>Магнитное поле тока</i> | на 45° | 10 А | 0 Н | 0,02 Дж | 0,1 Тл | 1 мкКл |
| <i>Электромагнитная индукция</i> | 0,25 Кл | 1 В | 3,14 В | 100 | 0,1 Тл | 1 мкКл |
| <i>Переменный электрич. ток</i> | 282 В | 8,0 мкФ | 1760 Вт | | | |
| <i>Оптика</i> | — | — | — | 7,5 см; 15 см | 1,25 дптр; 1 м | 0,5 |
| <i>Волновая оптика</i> | 600 нм | 30° | 13 | 500 нм | 0,4 мкм | 1 |
| <i>Основы СТО</i> | в 3,6 раза | в 1,5 раза | $3,6 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с | | | |
| <i>Основы квантовой физики</i> | 0,61 нм | | | | | |
| <i>Физика атома</i> | 5; $4,6 \cdot 10^{-19}$ Дж | | | | | |
| <i>Атомное ядро и элементарные частицы</i> | 28 МэВ | 2,5 МэВ | 9600 | 8 мг | 3 | В 56 раз |

Ответы (продолжение)

| | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 |
|--|----------------|-----------|------------|----------------------|--------------------|-------------------------|---------------|
| <i>Равномерное, равнопеременное движение</i> | 1,5 м/с | 8 м | 12 м | - 2 м/с | в 3 раза | — | 59 м |
| <i>Свободное падение</i> | 4 с | 50 м/с | 10 м/с | 34,8; 17,4 м/с | | | |
| <i>Законы Ньютона</i> | 5 Н | 14 Н | 5 рад/с | 45 кН | 2340 Н | 6 кН; 50 с; 375 м | 55 т; 50 т |
| <i>Мех. работа. Мощность</i> | 48 кН | 75,6 т | | | | | |
| <i>Энергия. ЗСЭ</i> | 36 кДж | 54 Дж | 0,25 Дж | 5 Дж | | | |
| <i>Гидростатика</i> | 3р/2 | 101,4 кПа | | | | | |
| <i>Механические колебания</i> | в 2,25 раза | 60° | в 1,69 раз | в 4 раза | 0,2 м | 6,28 рад | 30 Гц |
| <i>Основы МКТ. Идеальный газ</i> | на 60 °С | 360 К | 900 К | 555 °С | 0,1 м ³ | 0° | 1 |
| <i>Термодинамика</i> | 1660 Дж | 80 Дж | 160 г | 124,5 Дж | 415 Дж | 2490 Дж | 300 К |
| <i>Электростатика</i> | 45° | 8 м | 0 В/м | 16 В/м | в 1,8 раза | 75 В | 1800 В/м |
| <i>Законы постоянного тока</i> | 2,5 В | 37,5 В | 8640 Кл | 12 В | 1 В | 0,75 А | в 3 раза |
| <i>Магнитное поле тока</i> | 1500 м/с | 50 В | в 2 раза | 12 мкН | в 2 раза | 6,28 с | 5 Н·м |
| <i>Электромагнитная индукция</i> | 1,2 Дж | 3,14 Кл | в 600 раз | 0,5 В | в 4 раза | 1,5 Дж | |
| <i>Оптика</i> | 6,15 м | 2 дптр | 40 дптр | | | | |
| <i>Волновая оптика</i> | 9 | 11 см | | | | | |
| <i>Атомное ядро и элементарные частицы</i> | на 20 | 8 МэВ | 3000 кг | $9 \cdot 10^{13}$ Дж | 939,4 МэВ | 4,76 г | 0,9 МэВ |

Ответы (продолжение)

| | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
|--|----------|-------------------------|----------|----------|---------|
| <i>Равномерное, равнопеременное движение</i> | за 200 с | 10 м/с | 8 м/с | 0,5 м/с | 0,5 м/с |
| <i>Законы Ньютона</i> | 2 Н | | | | |
| <i>Механические колебания</i> | 0,34 м | 0,5 м | 0,33 м | 1450 м/с | 1 м |
| <i>Основы МКТ. Идеальный газ</i> | 2324 К | 2 кмоль | 1930 м/с | 700 м/с | |
| <i>Термодинамика</i> | 400 Дж | 20 % | 0,17 | 80 °С | 25 % |
| <i>Электростатика</i> | 64,8 Н | 191 В/м | 541 В | 900 В/м | 3 В |
| <i>Законы постоянного тока</i> | 27 кОм | 0,01 Ом | 1 А | 1,4 В | 0,7 А |
| <i>Магнитное поле тока.</i> | 1,8 Тл | 6,25 Н·м | | | |
| <i>Атомное ядро и элементарные частицы</i> | 11,75 г | $3,5 \cdot 10^{-11}$ Дж | 64 ч | 12,5 % | 1,5 кг |

Ответы (продолжение)

| | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 |
|--|------------|----------|--------|-------------|----------|-------|
| <i>Равномерное, равнопеременное движение</i> | 8 м/с | 17,3 м/с | 16 м | 2 м | 11,6 м/с | 4,5 м |
| <i>Механические колебания</i> | в 2,7 раза | 0,34 м | 3,2 с | | | |
| <i>Термодинамика</i> | 1000 Дж | 500 Дж | 12,5 % | в 1,25 раза | | |
| <i>Электростатика</i> | 30 кВ/м | 150 В | 10 м/с | 0 Дж | 11 м/с | |
| <i>Законы постоянного тока</i> | 12 мкКл | 5 | 3 Ом | 75 Вт | 25 В | 9 Вт |

Ответы (продолжение)

| | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 |
|--|--------|-------|------------|-------|----|------|
| <i>Равномерное, равнопеременное движение</i> | 20 м/с | 24 м | в 4,2 раза | 7 м/с | — | 12 с |
| <i>Механические колебания</i> | 0,34 м | 3,2 с | | | | |
| <i>Законы постоянного тока</i> | 65 % | | | | | |

Учебное издание

Янусик Ирина Семеновна
Кушнер Татьяна Леонидовна
Яромская Людмила Николаевна

Сборник задач по физике

*Рекомендовано к печати Советом Брестского
государственного технического университета*

Издание 2-ое, дополненное

Ответственный за выпуск: Янусик И.С.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная верстка: Кармаш Е.Л.

Корректор: Никитчик Е.В.

ISBN 978-985-493-268-2



Издательство БрГТУ.

Лицензия № 02330/0549435 от 8.04.2009 г.

Подписано к печати 27.01.2014 Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага «Снегурочка» Усл. печ. л. 4,88. Уч. изд. л. 5,25.

Заказ № 1317. Тираж 100 экз.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Брестский государственный технический университет».

224017, г. Брест, ул. Московская, 267.