

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Физика и электротехника»

А. И. Кравченко, И. И. Злотников, П. С. Шаповалов

ФИЗИКА

ПРАКТИКУМ

**по выполнению тестовых заданий
для студентов технических специальностей
дневной формы обучения**

Гомель 2019

УДК 53(075.8)
ББК 22.3я73
Ф50

*Рекомендовано научно-методическим советом
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 4 от 27.12.2017 г.)*

Составители: *А. И. Кравченко, И. И. Злотников, П. С. Шаповалов*

Рецензент: зав. каф. «Высшая математика» ГГТУ им. П. О. Сухого канд. физ.-мат. наук,
доц. *А. А. Бабич*

Ф50 **Физика** : практикум по выполнению тестовых заданий для студентов техн. специальностей днев. формы обучения / сост.: А. И. Кравченко, И. И. Злотников, П. С. Шаповалов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – 98 с. – Систем. требования: РС не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит тестовые задания для самостоятельного решения при подготовке к практическим занятиям и экзамену по разделам «Механика и молекулярная физика», «Электричество и магнетизм» и «Оптика. Атомная и ядерная физика», приложение и список литературы.

Для студентов технических специальностей дневной формы обучения.

УДК 53(075.8)
ББК 22.3я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2019

Предисловие

Практикум по курсу «Физика» содержит подборку тестовых заданий различной степени сложности как для использования на экзаменах, так и на практических занятиях и для самостоятельной работы студентов.

Тестовые задания составлены в соответствии с требованиями общеобразовательных стандартов и типовых учебных программ по курсу «Физика» для студентов технических специальностей.

Практикум содержит тестовые задания по всем разделам курса «Физика»: «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм», «Оптика» «Атомная и ядерная физика».

Тестовые задания содержат задачи с ответами, один или несколько из которых являются правильными. Часть задач предполагает установление правильного соответствия между понятиями и формулами двух множеств физических величин.

Приводятся так же основные формулы и справочный материал.

Практикум предназначен для студентов дневного отделения.

МЕХАНИКА.

Основные законы и формулы

Скорость мгновенная

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \text{ или } v = \frac{ds}{dt}$$

Ускорение: мгновенное

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

тангенциальное

$$a_\tau = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$$

нормальное

$$a_n = \frac{v^2}{r}$$

полное

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$$

Скорость угловая

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$$

Ускорение угловое

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$$

Уравнение равнопеременного вращательного движения

$$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t$$

$$\varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}$$

$$s = \varphi r, v = \omega r$$

$$a_\tau = \varepsilon r, a_n = \omega^2 r$$

Связь между линейными и угловыми величинами, характеризующими движение точки по окружности

Второй закон Ньютона для поступательного движения

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

То же, при $m = const$

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m \vec{a}$$

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Импульс материальной точки массы m , движущейся со скоростью \vec{v}

Закон сохранения импульса для изолированной системы тел

$$\sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i = const$$

Работа переменной силы на пути s

$$A = \int_s F \cos \alpha ds$$

Мощность

Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия тела, находящегося в однородном поле тяжести

Кинетическая энергия тела

Закон сохранения механической энергии

Момент инерции материальной точки

Момент инерции некоторых тел массой m :

– полого тонкостенного и сплошного цилиндров (или диска) радиуса R относительно оси вращения, совпадающей с осью цилиндра

– шара радиуса R относительно оси вращения, проходящей через центр масс шара

– тонкого стержня длиной l , если ось вращения перпендикулярна стержню и проходит через центр масс стержня

– то же, но ось вращения проходит через один из концов стержня

– тела относительно произвольной оси (теорема Штейнера)

Момент импульса

Момент силы

Основное уравнение динамики вращательного движения

То же, при $J = const$

$$N = \frac{dA}{dt} = Fv \cos \alpha$$

$$\Pi = mgh$$

$$T = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$$

$$E = T + \Pi = const$$

$$J = mr^2$$

$$J_{пол} = mR^2$$

$$J_{спл} = \frac{1}{2}mR^2$$

$$J_0 = \frac{2}{5}mR^2$$

$$J_0 = \frac{1}{12}ml^2$$

$$J_0 = \frac{1}{3}ml^2$$

$$J = J_0 + md^2$$

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d(J\vec{\omega})}{dt}$$

$$\vec{M} = \frac{Jd\vec{\omega}}{dt} = J\vec{\varepsilon}$$

Закон сохранения момента импульса для изолированной системы

$$\sum_{i=1}^n J_i \vec{\omega}_i = const$$

Кинетическая энергия вращающегося тела

$$T = \frac{J\omega^2}{2}$$

Уравнение гармонических колебаний материальной точки

$$x = A \cos(\omega t + \varphi), \text{ где}$$

x – смещение;

A – амплитуда колебаний;

ω – угловая или циклическая частота;

φ – начальная фаза.

Скорость и ускорение материальной точки, совершающей гармонические колебания

$$v = A\omega \sin(\omega t + \varphi),$$

$$a = A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$$

Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты:

амплитуда результирующего колебания;

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

начальная фаза результирующего колебания

$$\varphi = \arctg \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

Тестовые задачи по кинематике поступательного и вращательного движения

1. Радиус-вектор – это:

- а) вектор, проведенный из одной точки траектории к другой;
- б) вектор, проведенный из любой точки траектории к началу координат;
- в) вектор, проведенный из начала координат к любой точке траектории;

2. Радиус-вектор, определяющий положение материальной точки в пространстве изменяется со временем по закону $r = 3t\vec{i} + 4t\vec{j} + 7\vec{k}$. Чему равен модуль скорости:

а) 74 м/с; б) 25 м/с; в) 14 м/с; г) 8,6 м/с; д) 5 м/с.

3. Две трети своего пути мотоциклист проехал со скоростью $v_1 = 54$ км/ч, остальную часть пути – со скоростью $v_2 = 72$ км/ч. Найти среднюю путевую скорость мотоциклиста.

а) $\langle v \rangle \approx 16,4$ м/с; б) $\langle v \rangle \approx 17,2$ м/с; в) $\langle v \rangle \approx 17$ м/с;

г) $\langle v \rangle \approx 16$ м/с.

4. Движение материальной точки, перемещающейся по прямой, задано уравнением $S = 4t^3 + 2t + 1$. Найти величины мгновенной скорости и ускорения в начале и конце интервала от 1 до 2 с, и величину средней скорости движения интервале времени от 1 до 2 с.

а) $v_1 = 14$ м/с, $v_2 = 60$ м/с, $a_1 = 27$ м/с², $a_2 = 44$ м/с², $\langle v \rangle = 37$ м/с;

б) $v_1 = 14$ м/с, $v_2 = 50$ м/с, $a_1 = 24$ м/с², $a_2 = 48$ м/с², $\langle v \rangle = 30$ м/с;

в) $v_1 = 17$ м/с, $v_2 = 51$ м/с, $a_1 = 29$ м/с², $a_2 = 43$ м/с², $\langle v \rangle = 34$ м/с;

г) $v_1 = 18$ м/с, $v_2 = 40$ м/с, $a_1 = 34$ м/с², $a_2 = 38$ м/с², $\langle v \rangle = 30$ м/с.

5. Материальная точка движется по прямой. Уравнение ее движения $S = t^4 + 2t^2 + 5$. Определить величины мгновенной скорости и ускорения точки в конце второй секунды от начала движения.

а) $v = 40$ м/с, $a = 52$ м/с²; б) $v = 44$ м/с, $a = 57$ м/с²;

в) $v = 41$ м/с, $a = 54$ м/с²; г) $v = 45$ м/с, $a = 53$ м/с².

6. Заданы уравнения движения двух материальных точек: $x_1 = A_1 + B_1t + C_1t^2$, $x_2 = A_2 + B_2t + C_2t^2$, где $A_1 = 18$ м; $A_2 = 2$ м; $B_1 = B_2 = 3$ м/с; $C_1 = -3$ м/с²; $C_2 = 1$ м/с². Найти момент времени, когда скорости точек будут одинаковы. Определить величины скорости v_1 и v_2 , и величины ускорения a_1 и a_2 точек в этот момент времени.

а) $t = 0$, $v_1 = v_2 = 5$ м/с, $a_1 = -8$ м/с², $a_2 = 4$ м/с²;

- б) $t = 0, v_1 = v_2 = 4 \text{ м/с}, a_1 = -2 \text{ м/с}^2, a_2 = 6 \text{ м/с}^2$;
 в) $t = 0, v_1 = v_2 = 7 \text{ м/с}, a_1 = -9 \text{ м/с}^2, a_2 = 5 \text{ м/с}^2$;
 г) $t = 0, v_1 = v_2 = 3 \text{ м/с}, a_1 = -6 \text{ м/с}^2, a_2 = 2 \text{ м/с}^2$.

7. С какой по величине скоростью и по какому курсу должен лететь самолет, чтобы за 2 часа пролететь точно на север 720 км, если во время полета дует постоянный северо-западный ветер под углом 30° к меридиану со скоростью 36 км/ч?

- а) $v \approx 392 \text{ км/ч}, \alpha = 4,5^\circ$; б) $v \approx 385 \text{ км/ч}, \alpha = 5^\circ$;
 в) $v \approx 398 \text{ км/ч}, \alpha = 5,5^\circ$; г) $v \approx 90 \text{ км/ч}, \alpha = 5,3^\circ$.

8. Стрела пущена из лука вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 40 \text{ м/с}$. Определить: 1) через какое время и с какой скоростью стрела упадет на землю; какой путь будет пройден ею за это время; 2) через какое время она окажется на высоте $h = 35 \text{ м}$.

- а) $t = 5 \text{ с}, S = 170 \text{ м}, t_1 = 2 \text{ с}, t_2 = 9 \text{ с}$;
 б) $t = 7 \text{ с}, S = 165 \text{ м}, t_1 = 3 \text{ с}, t_2 = 4 \text{ с}$;
 в) $t = 8 \text{ с}, S = 160 \text{ м}, t_1 = 1 \text{ с}, t_2 = 7 \text{ с}$;
 г) $t = 6 \text{ с}, S = 180 \text{ м}, t_1 = 1,5 \text{ с}, t_2 = 6 \text{ с}$.

9. Мяч брошен вертикально вверх. На высоте $h = 6 \text{ м}$ он побывал дважды с интервалом $\Delta t = 3 \text{ с}$. Определить начальную величину скорости мяча.

- а) $v_0 = 18 \text{ м/с}$; б) $v_0 = 16 \text{ м/с}$; в) $v_0 = 17 \text{ м/с}$; г) $v_0 = 19 \text{ м/с}$.

10. Какое из приведенных ниже уравнений описывает равномерное прямолинейное движение?

- 1) $v = v_0 + at$; 2) $\omega = \omega_0 + \beta t$; 3) $v = \frac{S}{t}$; 4) $\omega = \frac{\varphi}{t}$; 5) $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$.
 а) 1; б) 2,4; в) 3; г) 3,4; д) 5.

11. Какие из приведенных ниже уравнений описывают криволинейное ускоренное движение?

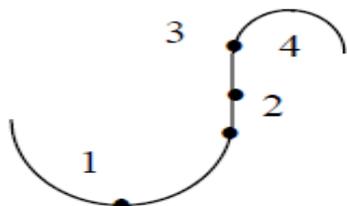
- 1) $v = v_0 + at$; 2) $\omega = \omega_0 + \beta t$; 3) $v = \frac{S}{t}$; 4) $\omega = \frac{\varphi}{t}$; 5) $\varphi = \omega_0 t + \frac{\beta t^2}{2}$.
 а) 1,2; б) 2,5; в) 3; г) 3,4; д) 5.

12. Точка движется по окружности радиуса R согласно уравнению $\varphi = 7t^3 + 8t^2 + 4t$. Нормальное ускорение точки определяется выражением:

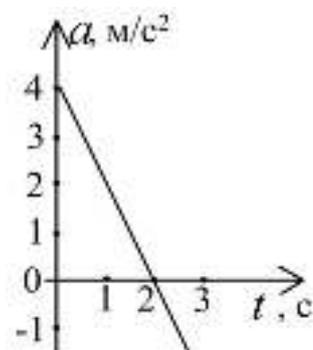
- а) $a_n = (7t^3 + 8t^2 + 4t)R$; б) $a_n = (21t^2 + 16t + 4)R$; в) $a_n = (42t + 16)R$; г) $a_n = (21t^2 + 16t + 4)^2 R$; д) $a_n = (42t + 16)^2 R$.

13. Материальная точка движется равномерно по криволинейной траектории. В какой точке траектории ускорение максимально?

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.



14. На рисунке представлена зависимость ускорения a от времени t для материальной точки, движущейся прямолинейно. Определить величину скорости v и координату x точки через $t = 3$ с после начала движения. В какой момент t_1 точка изменит направление движения?



- а) $v = 4$ м/с, $x = 10$ м, $t_1 = 5$ с;
 б) $v = 5$ м/с, $x = 11$ м, $t_1 = 6$ с;
 в) $v = 6$ м/с, $x = 12$ м, $t_1 = 7$ с; г) $v = 3$ м/с, $x = 9$ м, $t_1 = 4$ с.

15. Тело брошено под углом α к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить этот угол, если максимальная высота подъема h_{\max} меньше дальности полета S в $n = 2,4$ раза.

- а) $\alpha = 59^\circ$; б) $\alpha = 60^\circ$; в) $\alpha = 55^\circ$; г) $\alpha = 63^\circ$.

16. С башни горизонтально брошено тело со скоростью $v_0 = 25$ м/с. Найти скорость тела v , тангенциальное a_τ , нормальное a_n и полное a ускорения тела в конце третьей секунды, а также радиус кривизны траектории R в точке, соответствующей этому времени.

- а) $v = 39$ м/с, $a_\tau = 7,7$ м/с², $a_n = 6,4$ м/с², $a = 10$ м/с, $R = 238$ м;
 б) $v = 35$ м/с, $a_\tau = 7,9$ м/с², $a_n = 6,6$ м/с², $a = 13$ м/с, $R = 242$ м;
 в) $v = 33$ м/с, $a_\tau = 7,6$ м/с², $a_n = 6,2$ м/с², $a = 8$ м/с, $R = 232$ м;
 г) $v = 40$ м/с, $a_\tau = 7,1$ м/с², $a_n = 6,7$ м/с², $a = 12$ м/с, $R = 240$ м.

17. Найти модули скорости и ускорения точки в момент времени $t = 2$ с, если точка движется по закону $\vec{r}(t) = (A + Bt)\vec{i} + (Ct + Dt^2)\vec{j}$, где $A = -9$ м, $B = 3$ м/с, $C = 4$ м/с, $D = -1$ м/с².

- а) $v = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $a = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; б) $\vec{v} = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $a = -1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; в) $\vec{v} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $a = -4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$;
 г) $\vec{v} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $a = -3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

18. Точка начала двигаться по окружности радиусом 0,6 м с тангенциальным ускорением 0,1 м/с². Чему равна величина нормального и полного ускорения в конце третьей секунды после начала движения? Чему равен угол между векторами полного и нормального ускорения в этот момент?

- а) $a_n = 0,2$ м/с², $a = 0,25$ м/с², $\alpha = 34^\circ 25'$;
 б) $a_n = 0,15$ м/с², $a = 0,18$ м/с², $\alpha = 33^\circ 25'$;
 в) $a_n = 0,3$ м/с², $a = 0,27$ м/с², $\alpha = 35^\circ 45'$;
 г) $a_n = 0,19$ м/с², $a = 0,23$ м/с², $\alpha = 33^\circ 79'$.

19. Диск радиусом 10 см вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота диска от времени задается уравнением $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где $B = 1$ рад/с, $C = 1$ рад/с², $D = 0,5$ рад/с³. Определить для точек на ободу диска к концу второй секунды после начала движения величины: угловой скорости; углового ускорения; тангенциального ускорения a_τ ; нормальное ускорение a_n .

- а) $\omega = 11$ рад/с, $\varepsilon = 8$ рад/с², $a_\tau = 0,8$ м/с², $a_n = 12,1$ м/с²;
 б) $\omega = 13$ рад/с, $\varepsilon = 11$ рад/с², $a_\tau = 1,1$ м/с², $a_n = 12,3$ м/с²;
 в) $\omega = 9$ рад/с, $\varepsilon = 5$ рад/с², $a_\tau = 0,6$ м/с², $a_n = 11,8$ м/с²;
 г) $\omega = 15$ рад/с, $\varepsilon = 13$ рад/с², $a_\tau = 1,5$ м/с², $a_n = 12,6$ м/с².

20. Маховик, вращавшийся с частотой $n_0 = 10$ об/с начал вращаться равнозамедленно. Когда торможение прекратилось, маховика продолжил вращаться равномерно с частотой $n = 6$ об/с. Определить величину углового ускорения ε маховика и время торможения t , если за время торможения маховик сделал $N = 50$ оборотов.

- а) $\varepsilon = -4,02$ рад/с², $t = 6,25$ с; б) $\varepsilon = -4,25$ рад/с², $t = 6,40$ с;
 в) $\varepsilon = -5,20$ рад/с², $t = 7,3$ с; г) $\varepsilon = -5,4$ рад/с², $t = 7,8$ с.

Тестовые задачи по динамике материальной точки

1. Установите соответствие между силой и ее математическим выражением.

Сила	Математическое выражение
а. сила гравитационного взаимодействия	1) $F = \mu N$
б. сила тяжести	2) $F = -r\nu$
в. сила упругости	3) $F = \frac{m_1 m_2}{\sqrt{r^2}}$
г. сила трения скольжения	4) $F = mg$
д. сила сопротивления	5) $F = -kr$

2. Брусок, прикрепленный к легкой пружине с коэффициентом жесткости $k = 100$ Н/м, перемещается по горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы, приложенной к свободному концу пружины с ускорением $a = 6$ м/с². Найти массу бруска, если удлинение пружины равно $x = 2$ см, а коэффициент трения $\mu = 0,4$.

1) 0,10 кг; 2) 0,15 кг; 3) 0,20 кг; 4) 0,25 кг; 5) 0,30 кг.

3. Наклонная плоскость, образующая угол $\alpha = 30^\circ$ с плоскостью горизонта, имеет длину 1,5 м. Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с той плоскости за время $t = 1$ с. Определить коэффициент трения μ тела о плоскость

а) $\mu = 0,45$; б) $\mu = 0,36$; в) $\mu = 0,23$; г) $\mu = 0,12$; д) $\mu = 0,08$.

4. При горизонтальном полете со скоростью $v = 200$ м/с снаряд массой $m = 10$ кг разорвался на две части. Меньшая часть массой $m_1 = 3$ кг получила скорость $v_1 = 400$ м/с в направлении полета снаряда. Определить модуль скорости v_2 меньшей части снаряда.

а) 345 м/с; б) 360 м/с; в) 236 м/с; г) 114 м/с.

5. Движение материальной точки массой $m = 0,25$ кг описывается уравнением $\vec{r} = A \sin \omega t \vec{i} + A \cos \omega t \vec{j}$, где $A = 2$ м; $\omega = 0,7 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; \vec{i} и \vec{j} – орты координатных осей x и y . Определить путь S , пройденный точкой за время $t_1 = 8$ с, и величину силы \vec{F} , действующей на точку в конце указанного промежутка времени.

а) $S = 11,2$ м; $F = 0,245$ Н; б) $S = 13,4$ м; $F = 0,295$ Н;

в) $S = 12,5$ м; $F = 0,273$ Н; г) $S = 10,8$ м; $F = 0,225$ Н.

6. Поезд массой $m = 5 \cdot 10^6$ кг после прекращения тяги паровоза под действием силы трения $F = 10^6$ Н останавливается, пройдя путь $S = 250$ м. С какой скоростью двигался поезд?

а) 45 км/ч; б) 36 км/ч; в) 20 км/ч; г) 10 км/ч.

7. Коэффициент трения тела массой $m = 1$ кг о поверхность равен $\mu = 0,2$. Если на тело действует горизонтальная сила, зависящая от времени по закону $F = 0,5t$ (Н), то тело начнет двигаться после начала действия силы через:

1) 20,0 с; 2) 0,40 с; 3) 1,0 с; 4) 1,25 с; 5) 4,0 с

8. Брусок массой $m = 2,0$ кг начал двигаться без начальной скорости по горизонтальной поверхности под действием силы, модуль которой $F = 10$ Н, направленной параллельно этой поверхности. Коэффициент трения между бруском и поверхностью $\mu = 0,2$. Какой промежуток времени Δt прошел от начала движения, если модуль скорости тела $v = 30$ м/с.

1) 10 с; 2) 8 с; 3) 6 с; 4) 4 с; 5) 3 с.

9. Если два тела массой m_1 и m_2 двигались навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 4$ м/с и $v_2 = 20$ м/с и в результате неупругого удара они остановились, то отношение их масс m_1/m_2 равно

1) 8; 2) 0,3; 3) 5; 4) 0,125; 5) 10.

10. Тело пустили вверх по наклонной плоскости с начальной скоростью $V_0 = 10$ м/с. Какое расстояние пройдет тело до остановки, если угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, а коэффициент трения $\mu = 0,3$.

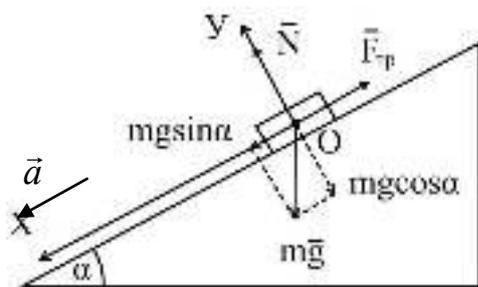
1) 5,2 м; 2) 4,5 м; 3) 9,0 м; 4) 3,8 м; 5) 6,6 м.

11. Найти работу A подъема груза по наклонной плоскости длиной $l = 2$ м, если масса груза $m = 100$ кг, угол наклона $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $k = 0,1$ и груз движется с ускорением $a = 1$ м/с².

а) 1350 Дж; б) 1000 Дж; в) 3500 Дж; г) 300 Дж; д) 500 Дж.

12. Шайба, пущенная по льду с начальной скоростью $v = 20$ м/с, остановилась через $t = 40$ с. Найти коэффициент трения шайбы о лед.

а) $\mu = 0,42$; б) $\mu = 0,33$; в) $\mu = 0,23$; г) $\mu = 0,12$; д) $\mu = 0,051$.

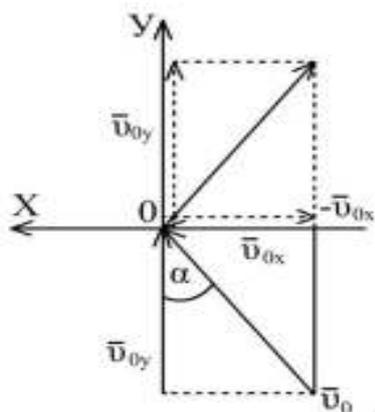


13. Тело движется вниз равно ускоренно по наклонной плоскости, и зависимость пройденного пути от времени задается уравнением $S = 2t + 1,6t^2$. Найти коэффициент трения μ тела о плоскость, если угол наклона плоскости к горизонту равен 30° .

- а) $\mu = 0,4$; б) $\mu = 0,1$; в) $\mu = 0,2$; г) $\mu = 0,8$; д) $\mu = 0,33$.

14. Шар массой $m = 500$ кг, падая с высоты $h = 1$ м, ударяется о металлическую плиту. Определить среднее значение силы удара $\langle F \rangle$, если его длительность $t = 0,01$ с. Удар считать абсолютно упругим.

- а) $\langle F \rangle = 221$ кН; б) $\langle F \rangle = 236$ кН; в) $\langle F \rangle = 212$ кН; г) $\langle F \rangle = 232$ кН;



15. Найти модуль импульса ΔP , полученного плоской поверхностью в результате абсолютно упругого удара о нее шара массой $m = 0,5$ кг, если перед ударом шар имел скорость $v_0 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, направленную под углом $\alpha = 30^\circ$ к поверхности.

- а) $\Delta P = 2,9 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$; б) $\Delta P = 3,5 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$;
в) $\Delta P = 2,2 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$; г) $\Delta P = 2,5 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

16. Тело массой $m = 1$ кг, двигаясь равномерно, описывает три четверти окружности радиусом $R = 2$ м за время $t = 6$ с. Найти изменение модуля импульса ΔP .

- а) $\Delta P = 1,57 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$; б) $\Delta P = 1,14 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$; в) $\Delta P = 1,98 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$; г) $\Delta P = 2,35 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

17. Снаряд массой $m = 100$ кг вылетел из орудия под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $v_0 = 600 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Найти: 1) модуль импульса силы, действующей на снаряд во время полета; 2) изменение модуля импульса снаряда ΔP за время его полета.

а) $\Delta P = Ft = -6 \cdot 10^4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$; б) $\Delta P = Ft = -9 \cdot 10^4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$;

в) $\Delta P = Ft = -15 \cdot 10^4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$; г) $\Delta P = Ft = -4 \cdot 10^4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

18. Парашютист массой $m = 90$ кг делает затяжной прыжок. Найти величину скорости парашютиста в момент раскрытия парашюта, если сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости движения: $\vec{F}_c = -r\vec{v}$, где $r = 15$ кг/с. Начальную скорость v_0 принять равной нулю. Раскрытие парашюта произошло через 9 с свободного полета.

а) $v = 45,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; б) $v = 48,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; в) $v = 44 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; г) $v = 41 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

19. Величина скорости пули массой $m = 10$ г при движении в воздухе за $t = 1$ с уменьшилась с $v_0 = 900$ м/с до $v = 200$ м/с. Найти среднюю мощность силы сопротивления воздуха.

а) 4200 Вт; б) 3850 Вт; в) 2680 Вт; г) 1830 Вт.

20. Однородная цепочка длиной $l = 1,5$ м и массой $m = 3$ кг лежит на столе. Если часть цепочки длиной $l_0 = 0,2$ м спустить со стола, то она начнет скользить вниз. Коэффициент трения цепочки о стол $\mu = 0,1$. Найти работу, совершаемую против силы трения при соскальзывании всей цепочки.

а) $A = 1,95$ Дж; б) $A = 2,26$ Дж; в) $A = 2,75$ Дж; г) $A = 1,69$ Дж.

21. На железнодорожной платформе укреплено орудие. Масса платформы с орудием $M = 15$ т. Ствол орудия направлен вдоль пути и приподнят над горизонтом на угол $\alpha = 60^\circ$. Найти модуль скорости платформы после выстрела, если величина скорости снаряда $v = 600$ м/с, а масса $m = 20$ кг.

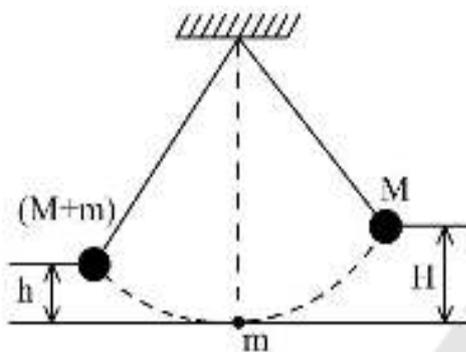
а) 0,6 м/с; б) 0,5 м/с; в) 0,4 м/с; г) 0,3 м/с; г) 0,2 м/с.

22. Снаряд, летящий на высоте $H = 40$ м горизонтально со скоростью $v = 100$ м/с, разрывается на две равные части. Одна часть снаряда спустя время $t = 1$ с падает на землю точно под местом взрыва. Определить величину скорости другой части снаряда сразу после взрыва.

а) $v_2 = 202 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; б) $v_2 = 214 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; в) $v_2 = 220 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; г) $v_2 = 230 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

23. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 60^\circ$ с горизонтом. Зависимость пути S от времени t задается уравнением $S = A + Bt + Ct^2$, где $A = 5$ м; $B = -1$ м/с; $C = 1,5$ м/с². Найти коэффициент трения μ тела о плоскость.

а) $\mu = 1,5$; б) $\mu = 1,6$; в) $\mu = 1,1$; г) $\mu = 1,9$; д) $\mu = 0,8$.



24. Маятник с грузиком массой M подняли на высоту H и отпустили. В нижней точке своей траектории грузик налетает на кусочек пластилина массой m (см. рисунок). До какой высоты h поднимется грузик с налипшим на нем пластилином? Какая часть механической энергии при этом ударе перейдет

во внутреннюю энергию W ?

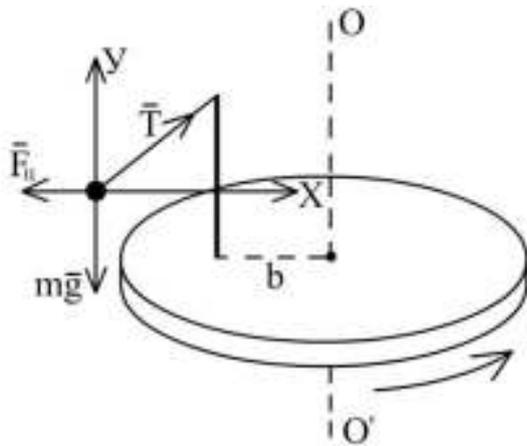
а) $h = \frac{m}{M+m}$; $W = MgH \frac{M}{M+m}$; б) $h = \frac{M}{M+m}$; $W = MgH \frac{m}{M+m}$;
 в) $W = \frac{M}{M+m}$; $h = MgH \frac{m}{M+m}$; г) $W = \frac{m}{M+m}$; $h = MgH \frac{M}{M+m}$.

25. Груз массой $m = 4,5$ кг, подвешенный на нити длиной $l = 1,6$ м, вращается в горизонтальной плоскости с частотой $n = 36$ об/мин. Найти угол α , образованный нитью с вертикалью, модули силы натяжения нити T и скорости вращения груза v .

а) $\alpha = 70^\circ$; $T = 109$ Н; $v = 6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; б) $\alpha = 64^\circ$; $T = 103$ Н; $v = 5,1 \frac{\text{М}}{\text{с}}$;
 в) $\alpha = 59^\circ$; $T = 95$ Н; $v = 4,7 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; г) $\alpha = 50^\circ$; $T = 89$ Н; $v = 4,3 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

26. Принимая, что масса Земли неизвестна, определить высоту h , на которой ускорение свободного падения g_1 будет в $n = 3$ раза меньше, чем ускорение свободного падения у поверхности Земли g . Радиус Земли $R_0 = 6,37 \cdot 10^6$ м.

- а) $h = 4,4 \cdot 10^6$ м; б) $h = 4,1 \cdot 10^6$ м; в) $h = 4,8 \cdot 10^6$ м;
г) $h = 4,65 \cdot 10^6$ м.



27. Вертикальный стержень укреплен на горизонтальном диске, вращающемся с частотой $n = 0,8$ с⁻¹. К вершине стержня привязан шарик на нити длиной $l = 0,12$ м (см. рисунок). Определить расстояние b от стержня до оси вращения, если угол α нити с вертикалью равен 37° .

- а) $b = 0,29$ м; б) $b = 0,36$ м;
в) $b = 0,14$ м; г) $b = 0,22$ м.

28. Определить точку либрации Земли, т.е. точку пространства, в которой материальное тело массой m одинаково притягивается Землей и Луной.

- а) $r_1 = 3,8 \cdot 10^8$ м; б) $r_1 = 4,2 \cdot 10^8$ м; в) $r_1 = 3,4 \cdot 10^8$ м; г) $r_1 = 3 \cdot 10^8$ м.

29. Деревянный шар ($\rho = 500$ кг/м³) радиусом $R = 5$ см удерживается под водой внешней силой. При этом верхняя точка шара касается поверхности воды. Найти работу, которую произведет сила Архимеда, если отпустить шар.

- а) $A = 0,08$ Дж; б) $A = 0,14$ Дж; в) $A = 0,2$ Дж; г) $A = 0,25$ Дж.

30. Определить работу сил поля тяготения при перемещении тела массой $m = 12$ кг из точки 1, находящейся от центра Земли на расстоянии $r_1 = 4R_0$, в точку 2, находящуюся от ее центра на расстоянии $r_2 = 2R_0$, где R_0 – радиус Земли.

- а) $A_{12} = 180 \cdot 10^6$ Дж; б) $A_{12} = 187 \cdot 10^6$ Дж;
в) $A_{12} = 196 \cdot 10^6$ Дж; г) $A_{12} = 204 \cdot 10^6$ Дж.

31. Определить числовое значение первой космической скорости v_1 для Луны, если ускорение свободного падения у поверхности Луны $g = 1,7 \text{ м/с}^2$, а радиус Луны $R = 1,74 \cdot 10^6 \text{ м}$.

- а) $v_1 = 1,72 \cdot 10^3 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; б) $v_1 = 1,8 \cdot 10^3 \frac{\text{М}}{\text{с}}$;
в) $v_1 = 1,85 \cdot 10^3 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; г) $v_1 = 1,93 \cdot 10^3 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

32. На краю тележки длиной $l = 1,8 \text{ м}$, движущейся горизонтально с ускорением $a = 2,1 \text{ м/с}^2$, положили брусок. Определить, за какое время t брусок соскользнет с доски, если коэффициент трения между бруском и тележкой $\mu = 0,4$.

- а) $t = 0,5 \text{ с}$; б) $t = 0,9 \text{ с}$; в) $t = 1,4 \text{ с}$; г) $t = 1,7 \text{ с}$.

33. Маховик массой 4 кг свободно вращается вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр, делая 720 об/мин . Массу маховика можно считать распределенной по его ободу радиусом 40 см . Через 30 с под действием тормозящего момента маховик остановился. Найти тормозящий момент и число оборотов, которое делает маховик до полной остановки.

- а) $M = -1,54 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $N = 120$; б) $M = -2,32 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $N = 240$;
в) $M = -1,61 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $N = 180$; г) $M = -0,93 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $N = 110$.

34. Однородный диск, имеющий массу $m = 12,4 \text{ кг}$, вращается с постоянным угловым ускорением, и его движение описывается уравнением $\varphi = 30t^2 + 2t + 1$. Диск вращается под действием постоянной касательной тангенциальной силы $F_\tau = 90,2 \text{ Н}$, приложенной к ободу диска. Определить момент сил трения $M_{\text{тр}}$, действующих на диск при вращении. Радиус диска $R = 0,15 \text{ м}$.

- а) $M_{\text{тр}} = 5 \text{ Н} \cdot \text{м}$; б) $M_{\text{тр}} = 15 \text{ Н} \cdot \text{м}$; в) $M_{\text{тр}} = 17 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
г) $M_{\text{тр}} = 3 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

35. На однородный сплошной цилиндрический вал радиусом $R = 20 \text{ см}$ намотана невесомая нить, к концу которой подвешен груз массой $m = 2 \text{ кг}$. Груз, разматывая нить, опускается с ускорением $a = 1 \text{ м/с}^2$. Определить момент инерции J вала и массу m_1 вала.

- а) $J = 0,7 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $m_1 = 35 \text{ кг}$; б) $J = 0,7 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $m_1 = 28 \text{ кг}$;

в) $J = 0,9 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $m_1 = 28 \text{ кг}$; г) $J = 0,9 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $m_1 = 35 \text{ кг}$.

36. Кинетическая энергия вращающегося с частотой $n_1 = 3 \text{ с}^{-1}$ маховика равна $8,4 \text{ кДж}$. Во сколько раз увеличится частота вращения маховика за время $t = 5 \text{ с}$, если на маховик начнет действовать ускоряющий момент силы $M = 100 \text{ Н} \cdot \text{м}$?

а) $\frac{n_2}{n_1} = 3.25$; б) $\frac{n_2}{n_1} = 7.84$; в) $\frac{n_2}{n_1} = 6.61$; г) $\frac{n_2}{n_1} = 5.68$.

37. Через блок массой $m_0 = 300 \text{ г}$, укрепленный на горизонтальной оси, проходящей через его центр, перекинута нить, к которой прикреплены грузы $m_1 = 300 \text{ г}$ и $m_2 = 200 \text{ г}$. Блок считать однородным диском ($R = 20 \text{ см}$). Найти величину ускорения грузов.

а) $a = 2,36 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; б) $a = 1,15 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; в) $a = 1,63 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; г) $a = 1,54 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

38. Маховое колесо, момент инерции которого $J = 245 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, вращается с частотой $n = 20 \text{ об/с}$. Через время $t = 1 \text{ мин}$ после того, как на колесо перестал действовать момент сил \vec{M} , оно остановилось. Найти величину момента сил трения $M_{тр}$ и число оборотов N , которое сделало колесо до полной остановки после прекращения действия сил. Колесо считать однородным диском.

а) $M_{тр} = 513 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $N = 600 \text{ об}$; б) $M_{тр} = 48 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $N = 100 \text{ об}$;
в) $M_{тр} = 827 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $N = 300 \text{ об}$; г) $M_{тр} = 450 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $N = 50 \text{ об}$.

39. Две гири с массами $m_1 = 2 \text{ кг}$ и $m_2 = 1 \text{ кг}$ соединены нитью, перекинутой через блок массой $m = 1 \text{ кг}$. Найти ускорение a , с которым движутся гири, и силы натяжения T_1 и T_2 нитей, к которым подвешены гири. Блок считать однородным диском. Трением пренебречь.

а) $a = 1,3 \text{ м/с}^2$; $T_1 = 28 \text{ Н}$; $T_2 = 10 \text{ Н}$;
б) $a = 7,8 \text{ м/с}^2$; $T_1 = 15 \text{ Н}$; $T_2 = 11 \text{ Н}$;
в) $a = 9,7 \text{ м/с}^2$; $T_1 = 14 \text{ Н}$; $T_2 = 9,4 \text{ Н}$;
г) $a = 2,8 \text{ м/с}^2$; $T_1 = 14 \text{ Н}$; $T_2 = 13 \text{ Н}$.

40. С наклонной плоскости высотой $h = 7$ м, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, скатывается без скольжения шарик. Пренебрегая трением качения, определить время движения шарика.

а) $t = 2,8$ с; б) $t = 3,6$ с; в) $t = 2,0$ с; г) $t = 7,4$ с.

41. Тонкий стержень длиной $l = 0,8$ м имеет горизонтальную ось вращения, проходящую через его конец. Найти величину скорости v нижней точки стержня, когда стержень проходит положение равновесия при отклонении его от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$.

а) $v = 1,78$ м/с; б) $v = 2,36$ м/с; в) $v = 1,41$ м/с; г) $v = 0,92$ м/с.

42. Платформа в виде сплошного диска радиусом $1,5$ м и массой 180 кг вращается по инерции около вертикальной оси с частотой $n = 10$ мин⁻¹. В центре платформы стоит человек массой 60 кг. Какова величина линейной скорости человека относительно пола, если он перейдет на край платформы?

а) $v = 1,884$ м/с; б) $v = 0,728$ м/с; в) $v = 0,942$ м/с; г) $v = 0,491$ м/с.

43. Горизонтальная платформа массой $m = 100$ кг вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой $n = 10$ об/мин. Человек массой $m_0 = 60$ кг стоит при этом на краю платформы. С какой частотой n_2 начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Считать платформу однородным диском, а человека точечной массой.

а) $n_2 = 22$ об/мин; б) $n_2 = 16$ об/мин; в) $n_2 = 28$ об/мин;
г) $n_2 = 32$ об/мин.

44. Горизонтальная платформа массой $m = 80$ кг и радиусом $R = 1$ м вращается с частотой $n_1 = 20$ об/мин. В центре платформы стоит человек и держит в расставленных руках гири. С какой частотой n_2 , будет вращаться платформа, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от $J_1 = 2,94$ до $J_2 = 0,98$ кг·м²? Считать платформу однородным диском.

а) $n_2 = 22$ об/мин; б) $n_2 = 22$ об/мин; в) $n_2 = 22$ об/мин;
г) $n_2 = 22$ об/мин.

Тестовые задачи по механическим колебаниям и волнам

1. Написать уравнение гармонического колебания, если амплитуда его 10 см, максимальная скорость 50 см/с, начальная фаза 15° . Определить период колебаний и смещение колеблющейся точки через 0,2 с от начала колебания.

а) $x(t) = 0,2(5t + \pi/12)$; $T = 1,98$ с; $x(1,3) = 0,143$ м;

б) $x(t) = 0,1(5t + \pi/12)$; $T = 1,26$ с; $x(0,2) = 0,095$ м;

в) $x(t) = 1,4(5t + \pi/12)$; $T = 2,37$ с; $x(1,4) = 1,358$ м;

г) $x(t) = 0,4(5t + \pi/12)$; $T = 0,84$ с; $x(0,6) = 0,053$ м.

2. Материальная точка массой 20 г совершает гармонические колебания с периодом 9 с. Начальная фаза колебаний 10° . Через какое время от начала движения смещение точки достигнет половины амплитуды? Найти амплитуду, максимальные скорость и ускорение точки, если полная ее энергия равна 10^{-2} Дж.

а) $t = 1,2$ с; $A = 2,47$ м; $v_m = 1,5$ м/с; $a_m = 0,9$ м/с²;

б) $t = 0,7$ с; $A = 1,97$ м; $v_m = 0,85$ м/с; $a_m = 0,5$ м/с²;

в) $t = 0,5$ с; $A = 1,43$ м; $v_m = 1$ м/с; $a_m = 0,7$ м/с²;

г) $t = 1,5$ с; $A = 3,29$ м; $v_m = 1,74$ м/с; $a_m = 1,3$ м/с².

3. Материальная точка массой $m = 1$ г колеблется гармонически. Амплитуда колебаний равна 5 см, циклическая частота 2 с⁻¹, начальная фаза равна 0. Определить величину силы, действующую на точку в тот момент, когда ее скорость равна 6 м/с.

а) $F = 16 \cdot 10^{-5}$ Н; б) $F = 32 \cdot 10^{-5}$ Н; в) $F = 8 \cdot 10^{-5}$ Н;

г) $F = 4 \cdot 10^{-5}$ Н.

4. Тело массой $m = 10$ г совершает гармонические колебания по закону $x = 0,1 \cos(4\pi t + \pi/4)$ м. Определить максимальные значения кинетической энергии и возвращающей силы.

а) $E_k = 8,96$ мДж; $F_m = 0,316$ Н; б) $E_k = 7,89$ мДж; $F_m = 0,158$ Н;

в) $E_k = 4,48$ мДж; $F_m = 0,086$ Н; г) $E_k = 6,64$ мДж; $F_m = 0,637$ Н.

5. Материальная точка массой $m = 10$ г совершает гармонические колебания с амплитудой $A = 10$ см. Найти частоту n колебаний, если максимальная сила F_m , действующая на точку, равна 10 мН.

а) $n = 0,148$ Гц; б) $n = 0,503$ Гц; в) $n = 0,874$ Гц; г) $n = 0,692$ Гц.

6. Пружинный маятник совершает гармонические колебания, описываемые уравнением $x = 0,3 \cos\left(\frac{\pi}{6}\right)t$ м. В тот момент, когда возвращающая сила F в первый раз достигла значения -10 мН, потенциальная энергия E_n маятника оказалась равной 7,5 мДж. Определить этот момент времени t .

а) $t = 2$ с; б) $t = 1$ с; в) $t = 8$ с; г) $t = 4$ с; д) $t = 6$ с.

7. Материальная точка массой $m = 50$ г совершает гармонические колебания согласно уравнению $x = 0,1 \cos\left(\frac{3\pi}{6}\right)t$ м. Определить величину возвращающей силы F для момента времени $t = 0,5$ с и полную энергию.

а) $F = 89,2$ мН; $E = 3,46$ мДж; б) $F = 54,2$ мН; $E = 7,83$ мДж;
в) $F = 63,4$ мН; $E = 13,68$ мДж; г) $F = 78,7$ мН; $E = 5,55$ мДж.

8. Складываются два гармонических колебания одного направления с периодами $T_1 = T_2 = 2$ с, амплитудами $A_1 = A_2 = 3$ см и начальными фазами, $\varphi_1 = \pi/2$ и $\varphi_2 = \pi/3$. Записать уравнение результирующих колебаний, найти их амплитуду A и начальную фазу φ .

а) $A = 5,8 \cdot 10^{-2}$ м; $\varphi = 0,417\pi$ рад; $x = 5,8 \cdot 10^{-2} \cos(\pi t + 0,417\pi)$ м;
б) $A = 6,6 \cdot 10^{-2}$ м; $\varphi = 0,203\pi$ рад; $x = 6,6 \cdot 10^{-2} \cos(\pi t + 0,203\pi)$ м;
в) $A = 1,4 \cdot 10^{-2}$ м; $\varphi = 0,824\pi$ рад; $x = 1,4 \cdot 10^{-2} \cos(\pi t + 0,824\pi)$ м;
г) $A = 3,2 \cdot 10^{-2}$ м; $\varphi = 0,485\pi$ рад; $x = 3,2 \cdot 10^{-2} \cos(\pi t + 0,485\pi)$ м.

9. Физический маятник в виде тонкого однородного стержня совершает гармонические колебания вокруг неподвижной оси, проходящей через точку подвеса O , находящуюся от центра масс C на расстоянии $x = 28,9$ см. Определить длину стержня, если циклическая частота колебаний максимальна.

а) $l = 1$ м; б) $l = 2$ м; в) $l = 4$ м; г) $l = 8$ м.

10. Шарик массой $m = 20$ г колеблется с периодом $T = 2$ с. В начальный момент времени шарик обладал энергией $E = 0,01$ Дж и находился от положения равновесия на расстоянии $x_1 = 0,25$ м. Написать уравнение гармонических колебаний шарика.

- а) $x = 0,63 \cos \pi(t + 0,8)$ м; б) $x = 0,41 \cos \pi(t + 0,5)$ м;
в) $x = 0,32 \cos \pi(t + 0,3)$ м; г) $x = 0,27 \cos \pi(t + 0,2)$ м.

11. Физический маятник представляет собой стержень длиной $l = 1$ м и массой $3m_1$ с прикрепленным к одному из его концов обручем диаметром $d = 0,5$ и массой m_1 . Горизонтальная ось OZ маятника проходит через середину стержня перпендикулярно к нему. Определить период T колебаний такого маятника.

- а) $T = 3,14$; б) $T = 2,17$; в) $T = 5,36$; г) $T = 1,09$.

12. На концах вертикального стержня укреплены два груза. Центр масс грузов находится ниже середины стержня на расстоянии $d = 5$ см. Найти длину стержня l , если известно, что период малых колебаний стержня с грузами вокруг горизонтальной оси, проходящей через его середину, $T = 2$ с. Массой стержня пренебречь по сравнению с массой грузов.

- а) $l = 1,14$ м; б) $l = 0,446$ м; в) $l = 0,14$ м; г) $l = 4,14$ м.

13. Обруч диаметром $D = 56,5$ см висит на гвозде, вбитом в стенку, и совершает малые колебания в плоскости, параллельной стене. Найти период колебаний T обруча.

- а) $T = 0,5$ с; б) $T = 1,5$ с; в) $T = 1,5$ с; г) $T = 10,5$ с.

14. Определить период колебаний T математического маятника длиной $l = 0,8$ м, поднимающегося вверх с ускорением $a = 2$ м/с².

- а) $T = 2,2$ с; б) $T = 3,8$ с; в) $T = 1,6$ с; г) $T = 0,9$ с.

15. Найти период T затухающих колебаний математического маятника длиной $l = 1$ м, если известен логарифмический декремент затухания $\theta = 0,6$.

- а) $T = 2$ с; б) $T = 3,2$ с; в) $T = 1$ с; г) $T = 1,4$ с.

16. Через какую долю периода в первый раз от начала колебаний кинетическая энергия будет равна потенциальной?

- а) $t = T/6$; б) $t = T/8$; в) $t = T/2$; г) $t = T/4$.

17. Тело массой $m = 0,6$ кг, подвешенное к пружине жесткостью $k = 30$ Н/м, совершает в некоторой среде упругие колебания. Логарифмический декремент затухания $\theta = 0,01$. Определить время t_1 , за которое амплитуда колебаний уменьшится в 3 раза и число полных колебаний N , которые совершит тело за это время.

- а) $t_1 = 220$ с; $N = 246$; б) $t_1 = 55$ с; $N = 62$;
в) $t_1 = 110$ с; $N = 123$; г) $t_1 = 330$ с; $N = 482$.

18. Колебательная система совершает затухающие колебания с частотой $n = 900$ Гц. Определить собственную частоту колебательной системы, если резонансная частота $n_{рез} = 898$ Гц.

- а) $n_{соб} = 187$ Гц; б) $n_{соб} = 364$ Гц; в) $n_{соб} = 728$ Гц; г) $n_{соб} = 902$ Гц.

19. Плоская звуковая волна имеет период $T = 3 \cdot 10^{-3}$ с, амплитуду $A = 0,2$ мм и длину $\lambda = 1,2$ м. Для точек среды, удаленных от источника колебаний на расстояние $x = 2$ м найти смещение частиц в момент $t = 7 \cdot 10^{-3}$ с. Начальную фазу колебаний считать равной нулю.

- а) $-0,1$ мм; б) $-0,2$ мм; в) $+0,17$ мм; г) 0 мм.

20. От источника колебаний распространяется волна вдоль прямой линии. Амплитуда колебаний равна $A = 10$ см. Найти смещение точки, удаленной от источника колебаний на $x = 3\lambda/4$, в момент, когда от начала колебаний прошло время $t = 0,9T$.

- а) 0 см; б) $2,24$ см; в) $5,88$ см; г) $7,54$ см.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА. Основные законы и формулы

Количество вещества	$\nu = \frac{N}{N_A}, \nu = \frac{m}{M}$
Уравнение Клайперона – Менделеева (уравнение состояния идеального газа)	$pV = (m/M)RT$
Закон Дальтона	$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n$
Концентрация молекул	$n = N/V = N_A \rho / M$
Уравнение молекулярно-кинетической теории газов	$p = \frac{1}{3} n m_0 \langle v_{кв} \rangle^2 =$ $= \frac{2}{3} n \langle \varepsilon_{посл} \rangle = nkT$
Средняя кинетическая энергия молекулы	$\langle \varepsilon \rangle = \frac{i}{2} kT$
Внутренняя энергия идеального газа	$U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT$
Скорости молекул: средняя квадратичная средняя арифметическая	$\langle v_{кв} \rangle = \sqrt{3kT/m_0} = \sqrt{3RT/M}$ $\langle v \rangle = \sqrt{8kT/(\pi m_0)} = \sqrt{8RT/(\pi M)}$
Распределение молекул в потенциальном поле сил (распределение Больцмана)	$n = n_0 \exp - \frac{E_n}{kT}$
Барометрическая формула	$p = p_0 \exp - \frac{mgh}{kT}$

Теплоемкость молярная:
при постоянном объеме

$$C_v = \frac{i}{2}R \quad C_v = c_v M$$

при постоянном давлении

$$C_p = \frac{(i+2)}{2}R \quad C_p = c_p M$$

Первое начало
термодинамики

$$\delta Q = dU + \delta A, \text{ где} \\ dU = (m/M)C_v dT \text{ и } dA = p dV$$

Работа газа при процессе:
адиабатном

$$A = \frac{m}{M} C_p (T_1 - T_2) = \frac{m}{M} \frac{RT_1}{(\gamma - 1)} \times \\ \times \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma - 1} \right] = \frac{p_1 V_1}{(\gamma - 1)} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma - 1} \right], \\ \gamma = \frac{C_p}{C_v} - \text{показатель адиабаты}$$

изобарном

$$A = p(V_2 - V_1) = \frac{m}{M} R(T_2 - T_1)$$

изотермическом

$$A = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{m}{M} RT \ln \frac{p_1}{p_2}$$

Уравнения Пуассона для адиабатного процесса

$$pV^\gamma = \text{const},$$

$$TV^{\gamma-1} = \text{const},$$

$$T^\gamma p^{1-\gamma} = \text{const}$$

Коэффициент полезного действия цикла Карно

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Изменение энтропии

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$

Тестовые задачи по молекулярной физике

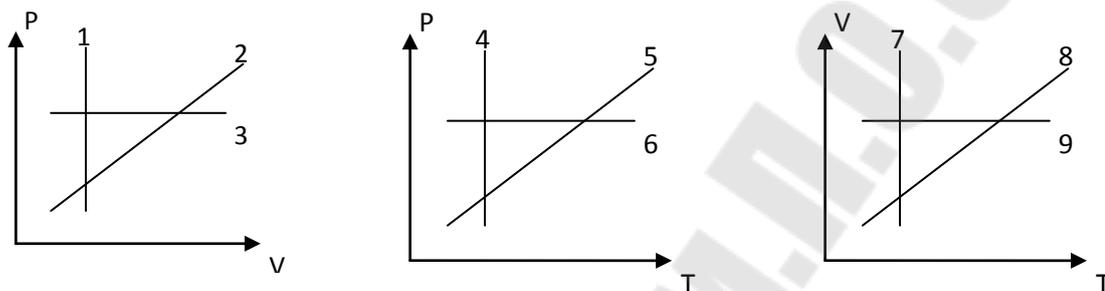
1. Газ считается идеальным, если можно пренебречь:

- а) взаимодействием молекул; б) размерами молекул;
- в) столкновением молекул; д) массой молекул.

2. Газ при температуре $T = 309 \text{ К}$ и давлении $p = 0,7 \text{ МПа}$ имеет плотность $\rho = 12 \text{ кг/м}^3$. Определить молярную массу газа.

а) 28 г/моль; б) 32 г/моль; в) 44 г/моль; г) 18 г/моль.

3. Какие графики, изображенные на рисунках, представляют изобарный процесс?



а) 1, 5, 8; б) 3, 6, 8; в) 2, 5, 7; г) 3, 6, 7.

4. Какие процессы изображены на графиках? Как изменяется объем газа в процессе I (рис. 1) и давление газа в процессе II (рис. 2)?

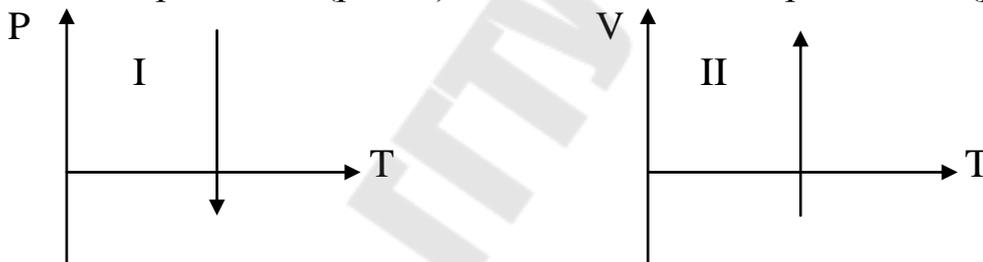
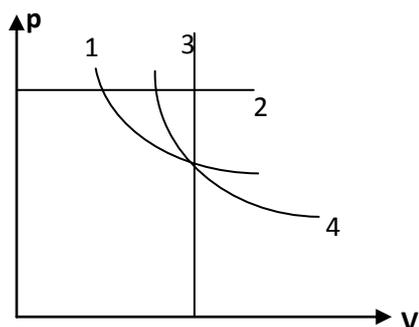


Рис. 1

Рис. 2

- а) изобарический: V – увеличивается, P – уменьшается;
- б) изотермический: V – увеличивается, P – уменьшается;
- в) изохорический: V – уменьшается, P – увеличивается;
- г) изотермический: V – увеличивается, P – увеличивается.

5. Привести в соответствие номер графика и название изопроцесса



изобарный
 адиабатный
 изотермический
 изохорный

6. Среди приведенных формул к изотермическому процессу имеют отношение следующие:

а) $0 = dU + \delta A$, б) $A = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$, в) $A = \frac{m}{\mu} C_V (T_1 - T_2)$,

г) $pV^\gamma = const.$

7. В баллоне находится газ при температуре $T_1 = 137^\circ\text{C}$. До какой температуры T_2 следует нагреть газ, чтобы его давление увеличилось в 1,5 раза?

а) 205°C ; б) 237°C ; в) 273°C ; г) 327°C .

8. Во сколько раз средняя квадратичная скорость молекул кислорода ($M=32$ г/моль) отличается от средней квадратичной скорости молекул водорода ($M=2$ г/моль) при одинаковой температуре?

а) меньше в 4 раза; б) больше в 4 раза; в) меньше в 8 раз;
 г) больше в 8 раз.

9. Давление идеального газа постоянной массы возросло в 4 раза, а температура увеличилась в 2 раза. Как изменился при этом объем газа?

1) увеличился в 2 раза; 2) уменьшился в 2 раза;
 3) увеличился в 4 раза; 4) уменьшился в 8 раз.

10. Какова начальная температура газа, если в изохорном процессе при нагревании на $\Delta T = 200$ К давление газа возросло в 1,5 раза?

а) 200 К; б) 273 К; в) 350 К; г) 400 К.

11. Вычислить плотность воздуха ($M = 29$ г/моль) при температуре $T = 17^\circ\text{C}$ и нормальном атмосферном давлении ($p = 100$ кПа).

1) $0,2 \text{ кг/м}^3$, 2) $0,6 \text{ кг/м}^3$, 3) $1,2 \text{ кг/м}^3$, 4) $1,8 \text{ кг/м}^3$.

12. Объем некоторого газа изобарно уменьшился в 2 раза. Как изменилась средняя энергия поступательного движения молекул:

- а) увеличилась в 4 раза, б) уменьшилась в 2 раза,
в) увеличилась в 2 раза, г) уменьшилась в 4 раза.

13. Сколько степеней свободы имеет молекула NH_3 ?

- а) 3; б) 5; в) 6; г) 7.

14. Давление некоторой массы идеального газа изохорно уменьшилось в 2 раза. Как изменилась средняя энергия поступательного движения одной молекулы газа?

- а) увеличилась в 4 раза; б) уменьшилась в 4 раза;
в) увеличилась в 2 раза; г) уменьшилась в 2 раза.

15. Найдите число степеней свободы молекул идеального газа, если $\frac{3}{5}$ энергии его теплового движения приходится на поступательное движение молекул.

- а) 3; б) 4; в) 5; г) 6.

16. Чему равны средние кинетические энергии поступательного и вращательного движения молекул, содержащихся в 4 кг кислорода при температуре 200 К?

- а) $\langle E_{\text{пост}} \rangle = 3,12 \cdot 10^5 \text{ Дж}$, $\langle E_{\text{вр}} \rangle = 2,08 \cdot 10^5 \text{ Дж}$;
б) $\langle E_{\text{пост}} \rangle = 1,23 \cdot 10^5 \text{ Дж}$, $\langle E_{\text{вр}} \rangle = 1,65 \cdot 10^5 \text{ Дж}$;
в) $\langle E_{\text{пост}} \rangle = 1,38 \cdot 10^5 \text{ Дж}$, $\langle E_{\text{вр}} \rangle = 1,14 \cdot 10^5 \text{ Дж}$;
г) $\langle E_{\text{пост}} \rangle = 8,31 \cdot 10^5 \text{ Дж}$, $\langle E_{\text{вр}} \rangle = 6,26 \cdot 10^5 \text{ Дж}$.

17. Сколько молекул воздуха находится в сосуде объемом $V = 480 \text{ см}^3$ при температуре $t = 17 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении $p = 25 \text{ кПа}$?

- а) $3 \cdot 10^{21}$; б) $4 \cdot 10^{22}$; в) $5 \cdot 10^{23}$; г) $2 \cdot 10^{41}$.

18. В баллоне находится идеальный газ массой 16 г. Когда часть газа выпустили, а температуру газа в баллоне уменьшили в 2 раза, давление уменьшилось в 4 раза. Сколько газа выпустили

- а) 18 г; б) 10 г; в) 8 г; г) 2 г.

19. В сосуде вместимостью $V = 0,3$ л при температуре $T = 290$ К находится некоторый газ. Насколько понизится давление газа в сосуде, если из него из-за утечки выйдет $N = 10^{19}$ молекул?

- а) 180 Па; б) 133 Па; в) 385 Па; г) 420 Па.

20. В сосуде находится масса $m_1 = 14$ г азота ($M = 28$ г/моль) и $m_2 = 9$ г водорода ($M = 2$ г/моль) при температуре $t = 10^\circ\text{C}$ и давлении $p = 1$ МПа. Найти объем сосуда.

- а) 1,2 л; б) 7,6 л; в) 10 л; г) 11,8 л.

Тестовые задачи по термодинамике

1. Изопроцессам поставьте в соответствие выражения первого начала термодинамики

Изопроцесс	Первое начало термодинамики
а) изотермический	1) $\partial Q = \partial A + dU$
б) изобарический	2) $\partial Q = \partial A$
в) изохорический	3) $\partial A = dU$
г) адиабатный	4) $\partial Q = dU$

2. Поставьте соответствие:

а) уравнение состояния идеальных газов	1) $\partial Q = p dV + dU$
б) работа расширения в изотермическом процессе	2) $\frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$
в) первое начало термодинамики	3) $\frac{m}{M} C_V T$
г) внутренняя энергия идеального газа	4) $TV^{\gamma-1} = const$
д) уравнение Пуассона	5) $pV = \frac{m}{M} RT$

3. Температура некоторого количества идеального газа возросла в 2 раза без изменения объема. Как изменилась внутренняя энергия газа?

- а) увеличилась в 4 раза; б) уменьшилась в 4 раза; в) уменьшилась в 2 раза; г) увеличилась в 2 раза.

4. Какое из приведенных выражений первого начала термодинамики применимо только к изотермическому процессу?

а) $Q = \Delta U + P\Delta V$;

б) $\Delta U + A = 0$;

в) $Q = \Delta U$;

г) $Q = C_v \Delta T + P\Delta V$;

д) $Q = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$.

5. Установите соответствие между законом (определением) и его математическим выражением.

Закон (определение)

Математическое выражение

а) первый закон термодинамики

1) $S = dQ/T$

б) второй закон термодинамики

2) $S_o = 0$

в) третий закон термодинамики

3) $TdS = dU + PdV$

г) определение энтропии

4) $dS = 0$

д) объединенный закон

5) $\delta Q = dU + pdV$

6. Кислород массой $m = 320$ г нагревают при постоянном давлении от $T_1 = 300$ К до $T_2 = 310$ К. Определить работу расширения газа.

а) 200 Дж; б) 290 Дж; в) 550 Дж; г) 830 Дж.

7. Два различных идеальных газа одноатомный и двухатомный при одинаковых температурах и объемах сжимают адиабатически до уменьшения объема в 2 раза. Какой газ нагрелся больше:

а) газы нагрелись одинаково; б) одноатомный нагрелся больше;

в) двухатомный нагрелся больше.

8. Кислород массой $m = 2$ кг занимает объем $V_1 = 1$ м³ и находится под давлением $p_1 = 0,2$ МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема $V_2 = 3$ м³, а затем при постоянном объеме до давления $p_3 = 0,5$ МПа. Найти изменение ΔU внутренней энергии газа.

а) 2080 Дж; б) 900 Дж; в) 1550 Дж; г) 1830 Дж.

9. Азот массой $m = 7$ г находится под давлением $p = 0,1$ МПа и при температуре $T_1 = 290$ К. Вследствие изобарного нагревания азот занял объем $V_2 = 10$ л. Определить: 1) объем газа до расширения, 2) температуру газа после расширения.

а) 6 л, 480 К; б) 8 л, 550 К; в) 4 л, 880 К; г) 5 л, 620 К.

10. Кислород ($M = 32$ г/моль) массой $m = 16$ г находится при давлении $P = 300$ кПа и температуре $t_1 = 10$ °С. После нагревания при постоянном давлении газ занял объем $V_2 = 10^{-2}$ м³. Найти работу, совершенную газом при расширении.

а) 2080 Дж; б) 900 Дж; в) 1550 Дж; г) 1800 Дж.

11. За счет $Q_1 = 1$ кДж теплоты, получаемой от нагревателя, машина, работающая по циклу Карно, совершает работу $A = 0,5$ кДж. Температура нагревателя $T_1 = 600$ К. Определить температуру холодильника T_2 ?

а) 400 К; б) 350 К; в) 300 К; г) 420 К.

12. Температура нагревателя тепловой машины $T_1=450$ К. Температура холодильника $T_2 = 300$ К. Определить КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, и полную мощность машины, если нагреватель каждую секунду передает ей $Q_1=1525$ Дж теплоты.

а) $\eta = 0,25$, $P = 650$ Вт; б) $\eta = 0,33$, $P = 508$ Вт;

в) $\eta=0,55$; $P=980$ Вт; г) $\eta=0,75$, $P=1050$ Вт.

13. Тепловая машина, работающая по циклу Карно, совершает работу $A = 200$ кДж. Температура нагревателя $T_1 = 400$ К, холодильника $T_2 = 300$ К. Определить количество теплоты Q_1 , получаемое машиной от нагревателя.

1) 100 кДж; 2) 200 кДж; 3) 400 кДж; 4) 800 кДж.

14. Идеальный газ, совершающий цикл Карно, получив от нагревателя количество теплоты $Q_1 = 2,6$ кДж, совершил работу $A = 520$ Дж. Во сколько раз температура T_1 нагревается больше температуры T_2 охладителя?

а) в 1,25; б) в 1,5; в) в 1,75; г) в 2,25.

15. На какой высоте над поверхностью земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на поверхности? Температура воздуха равна $T = 0$ °С и не меняется с высотой. Молярная масса воздуха $M = 29$ г/моль.

а) 3,5 км; б) 4 км; в) 4,6 км; г) 5,5 км.

16. Объем гелия ($M = 4$ г/моль), масса которого $m = 40$ г, изотермически увеличился в четыре раза. Найти изменение энтропии.

а) 85 Дж/К; б) 115 Дж/К; в) 210 Дж/К; г) 275 Дж/К.

17. Какую работу совершит воздух ($M = 0,029$ кг/моль) массой $m = 290$ г при изобарном нагревании на $\Delta T = 10$ К?

а) 125 Дж; б) 244 кДж; в) 432 кДж; г) 831 кДж.

18. При изотермическом расширении массы $m = 0,01$ кг азота ($M = 28$ г/моль), находящегося при температуре $t = 17$ °С, была совершена работа $A = 869$ Дж. Во сколько раз изменилось давление азота при расширении?

а) уменьшилось в 4 раза; б) уменьшилась в 2,7 раза;

в) уменьшилась в 1,5 раза; г) уменьшилось в 5 раз.

19. Работа изотермического расширения $m = 10$ г некоторого газа от объёма $V_1 = 1$ л до объёма $V_2 = 2$ л равна $A = 575$ Дж. Найти среднюю квадратичную скорость $\langle v_{кв} \rangle$ молекул газа.

а) 300 м/с; б) 400 м/с; в) 500 м/с; г) 600 м/с.

20. Найти изменение энтропии аргона ($M = 40$ г/моль) массой $m = 8$ г при увеличении температуры в 2 раза. Процесс изохорный.

а) 1,15 Дж/К; б) 2,25 Дж/К; в) 3,35 Дж/К; г) 2,75 Дж/К.

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

Основные законы и формулы

Закон Кулона

$$\vec{F} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$

Напряженность электрического поля

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Напряженность поля:

– точечного заряда

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$$

– между двумя равномерно и разноименно заряженными бесконечными параллельными плоскостями

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0}$$

Напряженность поля, создаваемого металлической заряженной сферой радиусом R на расстоянии r от ее центра:

– на поверхности сферы ($r = R$)

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}$$

– вне сферы ($r > R$)

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$$

Работа перемещения заряда в электрическом поле из точки 1 в точку 2

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

Потенциал поля, создаваемого точечным зарядом

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$$

Связь потенциала с напряженностью поля

$$E_l = -\frac{d\varphi}{dl}$$

Сила притяжения разноименно заряженных пластин конденсатора

$$F = \frac{\epsilon\epsilon_0 E^2 S}{2} = \frac{q^2}{2\epsilon\epsilon_0 S}$$

Електроємкост:

– уединенного проводника

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

– плоского конденсатора

$$C = \frac{q}{U}, \quad C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$$

Електроємкост батареи конденсаторов, соединенных

– параллельно

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

– последовательно

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

– заряженного проводника

$$W_{\text{э}} = \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{q^2}{2c} = \frac{q\varphi}{2}$$

– заряженного конденсатора

$$W_{\text{э}} = \frac{1}{2} \varepsilon \varepsilon_0 E^2 V$$

Тестовые задачи по электростатике

1. Какое из приведённых ниже выражений является определением напряжённости электрического поля?

а) $Q = 1,7 \cdot 10^{-5}$ Дж; б) $\nabla \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$; в) $\vec{E} = \frac{\vec{D}}{\varepsilon_0 \varepsilon}$; г) $E = \frac{q}{4\pi \varepsilon_0 \varepsilon r^2}$.

2. Установите соответствие между определением физической величины и его математическим выражением.

Определение

Математическое выражение

а) линейная плотность заряда

1) $\rho = \frac{dq}{dV}$;

б) поверхностная плотность заряда

2) $\lambda = \frac{dq}{dl}$;

в) объёмная плотность заряда

3) $\sigma = \frac{dq}{dS}$.

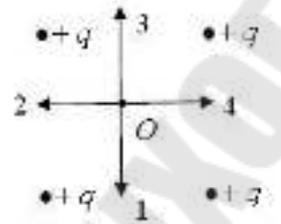
3. Как изменится по модулю напряжённость электрического поля точечного заряда при уменьшении расстояния до заряда в 4 раза?

а) уменьшится в 2 раза; б) уменьшится в 4 раза;

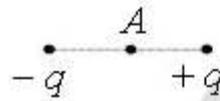
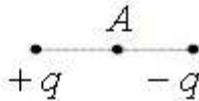
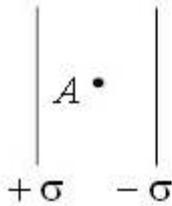
в) уменьшится в 16 раз; г) увеличится в 2 раза; д) не изменится.

4. Каково направление вектора напряжённости электрического поля в точке O созданного равными по модулю зарядами $+q$?

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) поле равно нулю.



5. В каких из четырех случаев различного распределения зарядов, приведенных ниже, напряжённость электрического поля в точке A равна нулю?



1)

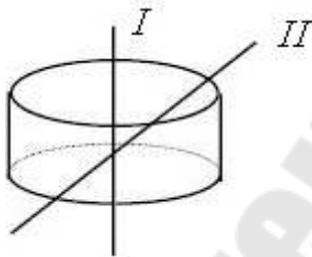
2)

3)

4)

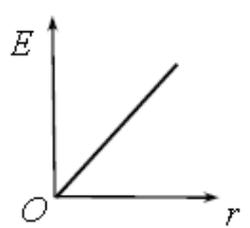
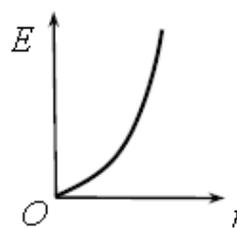
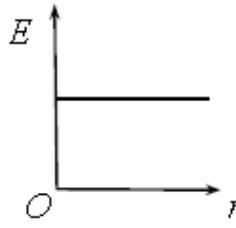
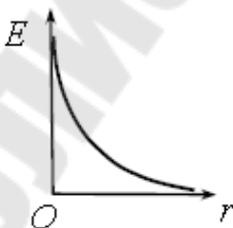
- а) 1,2; б) 2,3; в) 3; г) 4; д) 3,4.

6. Вблизи равномерно заряженной нити мысленно построим замкнутую поверхность, имеющую форму цилиндра, соосного с нитью I . Как изменится модуль потока вектора напряжённости электрического поля через ту же поверхность цилиндра, если нить наклонить (II), сохранив пересечение нити с основаниями цилиндра? Среда однородна.

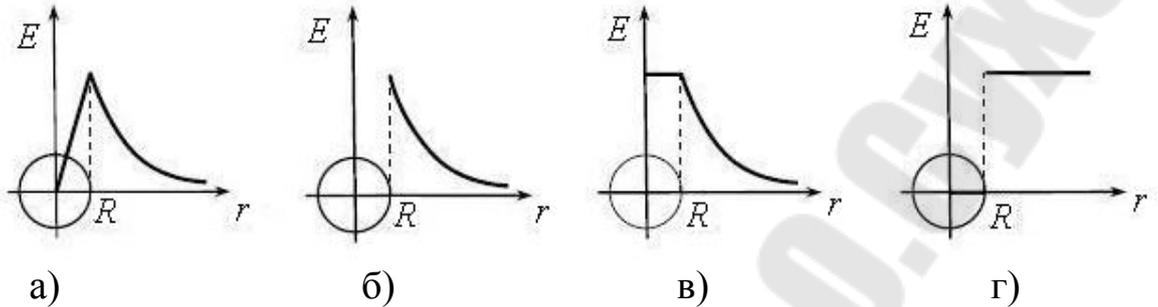


- а) увеличится;
б) уменьшится;
в) не изменится.

7. Укажите, на каком графике правильно показана зависимость напряжённости электростатического поля \vec{E} от расстояния r для тонкой равномерно заряженной бесконечной нити r ?



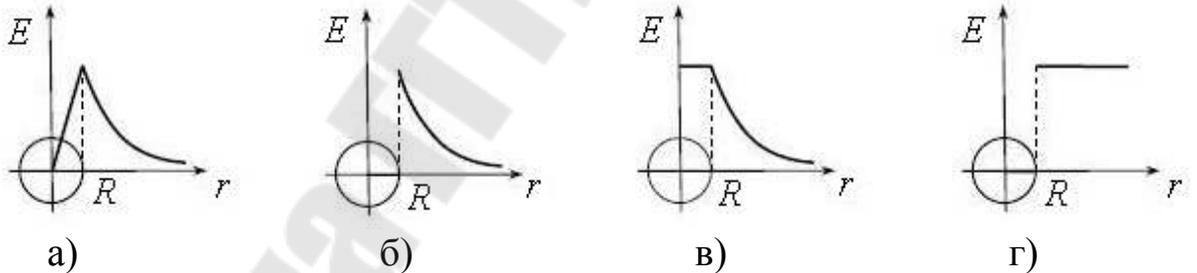
8. Укажите, на каком графике правильно показана зависимость напряжённости электростатического поля \vec{E} от расстояния r для равномерно заряженной проводящей сферы радиусом R .



9. Как изменится по модулю напряжённость электрического поля точечного заряда при увеличении расстояния до заряда в 4 раза?

- а) уменьшится в 2 раза; б) уменьшится в 4 раза;
 в) уменьшится в 16 раз; г) увеличится в 2 раза; д) не изменится.

10. Какой из приведённых ниже графиков отражает зависимость напряжённости электростатического поля E от расстояния r для равномерно заряженного по объёму шара радиусом R ?



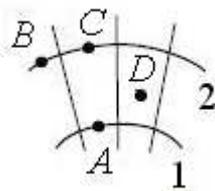
11. Какое из приведённых ниже выражений есть определение потенциала электрического поля?

- а) $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$; б) $\varphi = \frac{W_p}{q_0}$; в) $\varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_i$; г) $\varphi = -E dr$;
 д) $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$.

12. Какое из приведённых ниже выражений определяет энергию диполя в электрическом поле?

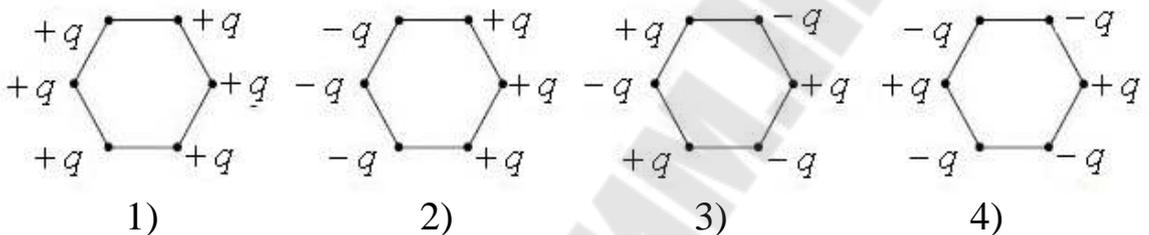
- а) $W = \frac{qq'}{4\pi\epsilon_0 r}$; б) $W = q\varphi$; в) $W = -pE \cos \alpha$; г) $W = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n q_i \cdot \varphi_i$.

13. На рисунке показаны силовые линии и две эквипотенциальные поверхности 1 и 2 в электростатическом поле. Какие точки имеют одинаковые потенциалы?



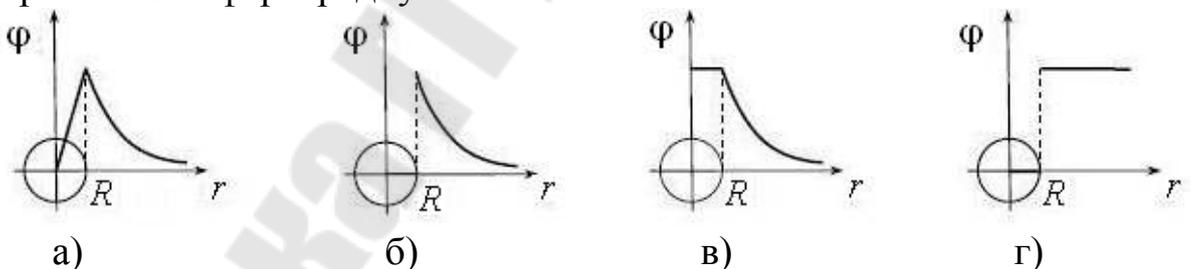
- а) A, B, C ; б) B, C ; в) A, D ; г) B, D ; д) C, D .

14. Укажите номера всех схем, на которых потенциал поля в центре правильного шестиугольника равен нулю.

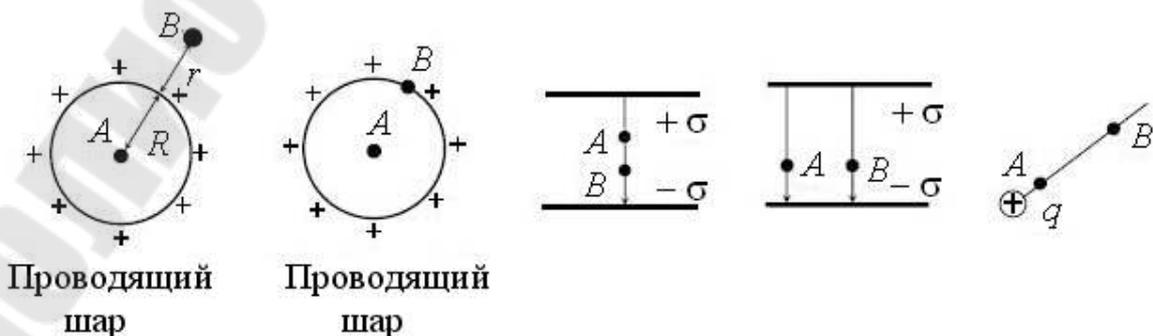


- а) 1,2,3; б) 1,4; в) 1,3,4; г) 2,3,4; д) 2,3.

15. Какой из ниже приведённых графиков качественно отражает зависимость потенциала от расстояния для уединённой металлической заряженной сферы радиуса R ?



16. В каких из нижеприведенных случаев разность потенциалов между точками A и B равна нулю?



- 1) 2) 3) 4) 5)
 а) 1,5; б) 2,3; в) 2,4; г) 2; д) 4.

17. Какое из приведённых ниже выражений есть определение ёмкости конденсатора?

- а) $C = 4\pi\epsilon_0\epsilon R$; б) $C = \frac{\epsilon_0\epsilon S}{d}$; в) $C = \frac{q}{U}$; г) $C = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$;
 д) $C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon l}{\ln(R_2 / R_1)}$.

18. От каких факторов зависит ёмкость уединённого проводника, расположенного в вакууме?

- а) только от размеров проводника; б) только от формы проводника;
 в) от формы и размеров проводника; г) от материалов проводника;
 д) от формы, размеров и от заряда проводника.

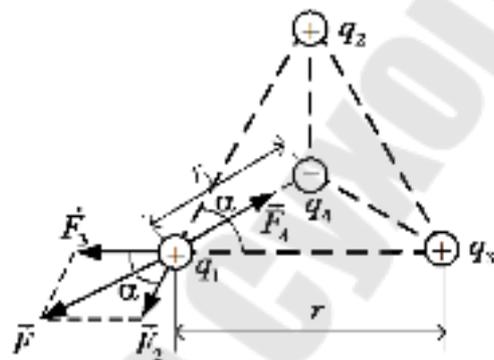
19. Ёмкости конденсатора поставьте в соответствие математическое выражение.

Ёмкость	Математическое выражение
а) ёмкость плоского конденсатора	1) $\frac{4\pi\epsilon_0\epsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$
б) ёмкость сферического конденсатора	2) $\frac{2\pi\epsilon_0\epsilon l}{\ln(R_2 / R_1)}$
в) ёмкость цилиндрического конденсатора	3) $\frac{\epsilon_0\epsilon S}{d}$.

20. Выберите из приведённых ниже выражений все те, которые определяют поток электростатического смещения \vec{D} через поверхность S .

- 1) $\int_S D dS$; 2) $\int_S D \cos(\vec{n}, \vec{D}) dS$; 3) $\frac{D}{\epsilon_0\epsilon} \cos(\vec{n}, \vec{D}) dS$; 4) $\int_S \epsilon D dS$;
 5) $\frac{D}{\epsilon_0\epsilon}$.

21. Три одинаковых положительных заряда $q_1 = q_2 = q_3 = 1 \text{ нКл}$ расположены по вершинам равностороннего треугольника (см. рис.). Какой отрицательный заряд q_4 нужно поместить в центре треугольника, чтобы сила притяжения с его стороны уравновесила силы взаимного отталкивания зарядов, в вершинах?



- а) $q_4 = 0,51 \text{ нКл}$;
 б) $q_4 = 0,58 \text{ нКл}$; в) $q_4 = 2,6 \text{ нКл}$; г) $q_4 = 0,9 \text{ нКл}$; д) $q_4 = 2,8 \text{ нКл}$.

22. Два тонких длинных параллельных проводника равномерно заряжены разноимёнными зарядами с линейной плотностью $\tau = 200 \text{ мкКл/м}$. Расстояние между проводниками $d = 10 \text{ см}$. Найти величину напряжённости \vec{E} поля в точке, удалённой от первого проводника на расстояние $r_1 = 15 \text{ см}$, а от второго – на $r_2 = 16 \text{ см}$?

- а) $E = 26 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$; б) $E = 19 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$; в) $E = 35 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$; г) $E = 14 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$; д) $E = 96 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$.

23. Тонкий стержень длиной $l = 15 \text{ см}$ несёт равномерно распределённый заряд с линейной плотностью $\tau = 6 \text{ мкКл/м}$. Найти величину напряжённости \vec{E} , создаваемую этим зарядом, в точке, расположенной на оси стержня и удалённой от ближайшего конца стержня на расстояние $r = 10 \text{ см}$.

- а) $E = 324 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; б) $E = 156 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; в) $E = 224 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; г) $E = 674 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$;
 д) $E = 136 \frac{\text{нВ}}{\text{м}}$.

24. На отрезке тонкого прямого провода длиной $l = 10 \text{ см}$ равномерно распределён заряд $q = 40 \text{ нКл}$. Найти величину напряжённости \vec{E} в точке, расположенной на перпендикуляре к проводу, проведённом через один из его концов, на расстоянии $r = 8 \text{ см}$.

- а) $E = 45 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; б) $E = 39 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; в) $E = 51 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; г) $E = 86 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$;

25. Электрическое поле создано двумя одинаковыми параллельными пластинами площадью 150см^2 каждая. Пластины расположены на малом (по сравнению с линейными размерами пластин) расстоянии друг от друга. На одной из пластин равномерно распределён заряд $q_1 = -50\text{нКл}$, на другой заряд $q_2 = 150\text{нКл}$. Найти величину напряжённости \vec{E} электрического поля между пластинами.

а) $E = 750 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; б) $E = 890 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; в) $E = 900 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; г) $E = 480 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.

26. Две круглые параллельные пластины находятся на малом (по сравнению с радиусом) расстоянии друг от друга. Пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью $\sigma_1 = 10\text{нКл/м}^2$ и $\sigma_2 = -30\text{нКл/м}^2$. Определить величину силы взаимодействия между пластинами, приходящуюся на площадь $S = 2\text{см}^2$

а) $F = 42,8\text{мкН}$; б) $F = 16,2\text{мкН}$; в) $F = 33,8\text{мкН}$;
г) $F = 20,1\text{мкН}$; д) $F = 29,9\text{мкН}$.

27. Точечный заряд $q = 100\text{нКл}$ находится на малом расстоянии от большой металлической пластины напротив её середины. Найти величину силы \vec{F} , действующую на заряд со стороны пластины. Пластина несёт равномерно распределённый по поверхности заряд $\sigma = 10\text{нКл/м}^2$.

а) $F = 28,3\text{мкН}$; б) $F = 17,6\text{мкН}$; в) $F = 87,4\text{мкН}$;
г) $F = 11,5\text{мкН}$; д) $F = 56,5\text{мкН}$.

28. Тонкая, бесконечно длинная нить с равномерно распределённым по длине зарядом плотностью $\tau = 0,2\text{мкКл/м}$ параллельна безграничной проводящей плоскости с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 2\text{нКл/см}^2$. С какой величиной силы электрическое поле заряженной бесконечной плоскости действует на каждый метр заряженной бесконечно длинной нити, помещённой в это поле?

а) $634 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$; б) $350 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$; в) $226 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$; г) $542 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$; д) $700 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$.

29. Электрическое поле создаётся положительно заряженной бесконечной нитью с постоянной линейной плотностью заряда

$\tau = 1 \text{ нКл/см}$. Какую величину скорости приобретёт электрон, приблизившись под действием поля к нити вдоль линии напряжённости с расстояния $r_1 = 1.5 \text{ см}$ до $r_2 = 1 \text{ см}$?

- а) $v_2 = 16 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; б) $v_2 = 24 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; в) $v_2 = 35 \cdot 10^9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;
г) $v_2 = 87 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; д) $v_2 = 56 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

30. Ёмкость шара, погружённого в масло ($\varepsilon = 5$), равна $C = 0,39$ пФ, заряд на шаре $1,76 \text{ нКл}$. Каков потенциал шара?

- а) $\varphi = 1,76 \text{ кВ}$; б) $\varphi = 3,2 \text{ кВ}$; в) $\varphi = 2,5 \text{ кВ}$; г) $\varphi = 4,5 \text{ кВ}$;
д) $\varphi = 6,5 \text{ кВ}$.

31. Ёмкость шара, погружённого в масло ($\varepsilon = 5$), равна $C = 0,39$ пФ, заряд на шаре $1,76 \text{ нКл}$. Каков радиус шара?

- а) $R = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; б) $R = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; в) $R = 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;
г) $R = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; д) $R = 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

32. Ёмкость шара, погружённого в масло ($\varepsilon = 5$), равна $C = 0,39$ пФ, заряд на шаре $1,76 \text{ нКл}$. Какова поверхностная плотность заряда?

- а) $\sigma = 231 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$; б) $\sigma = 228 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$; в) $\sigma = 245 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$;
г) $\sigma = 286 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$; д) $\sigma = 416 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$.

33. Ёмкость воздушного конденсатора $0,4 \text{ мкФ}$. Конденсатор заряжён до напряжения 500 В . Определить изменение энергии конденсатора и работу сил электрического поля при заполнении конденсатора маслом ($\varepsilon = 2,5$) если конденсатор отключён от источника.

- а) $\Delta W = -3,6 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$, $A = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$;
б) $\Delta W = -1,8 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$, $A = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$;
в) $\Delta W = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$, $A = -1,8 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$;
г) $\Delta W = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$, $A = -2,6 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$;
д) $\Delta W = -2,6 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$, $A = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$.

34. Ёмкость воздушного конденсатора 0,4 мкФ. Конденсатор заряжается до разности потенциалов 500 В. Определить изменение энергии конденсатора ΔW и работу сил электрического поля при заполнении конденсатора маслом ($\epsilon = 2,5$) для случая, когда конденсатор соединён с источником.

- а) $\Delta W = 7,5 \cdot 10^{-2}$ Дж, $A = 7,5 \cdot 10^{-2}$ Дж;
 б) $\Delta W = 2,6 \cdot 10^{-2}$ Дж, $A = 2,6 \cdot 10^{-1}$ Дж;
 в) $\Delta W = -2,6 \cdot 10^{-2}$ Дж, $A = 2,6 \cdot 10^{-2}$ Дж;
 г) $\Delta W = 3,4 \cdot 10^{-2}$ Дж, $A = 3,4 \cdot 10^{-2}$ Дж;
 д) $\Delta W = -6,6 \cdot 10^{-2}$ Дж, $A = -6,6 \cdot 10^{-2}$ Дж.

35. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполняется диэлектриком ($\epsilon = 7$). При присоединении пластин к источнику напряжения величина напряжённости электрического поля в конденсаторе $E = 0,4 \cdot 10^6$ В/м. Найти объёмную плотность энергии электрического поля в диэлектрике.

- а) $\omega = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$; б) $\omega = 2 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$; в) $\omega = 3 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$; г) $\omega = 4 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$;
 д) $\omega = 5 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$.

36. На пластинах плоского воздушного конденсатора находится заряд 4,95 нКл. Конденсатор подключён к источнику с ЭДС, равной 280 В. Площадь пластины конденсатора 0,01 м². Найти величину напряжённости поля внутри конденсатора.

- а) $E = 41 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; б) $E = 32 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; в) $E = 45 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; г) $E = 23 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$;
 д) $E = 56 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.

37. На пластинах плоского воздушного конденсатора находится заряд 4,95 нКл. Конденсатор подключён к источнику с ЭДС, равной 280 В. Площадь пластины конденсатора 0,01 м². Найти величину скорости \vec{v} , которую получит электрон, пройдя в конденсаторе путь от одной пластины до другой.

- а) $v = 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; б) $v = 10^7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; в) $v = 2,5 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; г) $v = 5 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

$$\text{д) } v = 3 \cdot 10^7 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

Основные понятия и формулы

Количественной характеристикой интенсивности движения зарядов является сила тока i :

$$|i| = \frac{|dq|}{dt},$$

где dq – заряд, прошедший через поверхность S внутри проводника за время dt .

В случае постоянного тока:

$$|I| = \frac{|q|}{t},$$

где q – заряд, прошедший через данную поверхность S за конечный промежуток времени t .

Величина вектора плотности тока:

$$j = \frac{|dI|}{dS \cos \alpha} = \frac{|dI|}{dS_{\perp}},$$

где dS – элементарная площадка, $dS_{\perp} = dS \cos \alpha$ – проекция dS на плоскость, перпендикулярную к линиям поля, α – угол между нормалью к этой площадке и направлением поля в том месте, где расположена площадка, dI – ток, протекающий через dS .

Закон Ома – сила тока, текущего от точки 1 к точке 2 однородного участка цепи, пропорциональна разности потенциалов на концах этого участка:

$$I_{12} = \gamma_{12}(\varphi_1 - \varphi_2),$$

где γ_{12} – электрическая проводимость; величина, обратная проводимости, называется электрическим сопротивлением $1/\gamma_{12} = R_{12}$.

$$\text{Тогда: } \pm I_{12} = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)_{12}}{R_{12}}.$$

Сопротивление проводника при данной температуре: $R_t = \rho_t \frac{l}{S}$,

где l – длина проводника; S – площадь поперечного сечения; ρ_t – удельное сопротивление.

Для большинства проводников удельное сопротивление изменяется с температурой по линейному закону:

$$\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t^\circ),$$

где ρ_t – удельное сопротивление при $t^\circ\text{C}$; ρ_0 – удельное сопротивление при 0°C ; $t^\circ\text{C}$ – температура по Цельсию; α – температурный коэффициент сопротивления. Тогда:

$$R_t = \rho_0(1 + \alpha t^\circ) \frac{l}{S} = R_0(1 + \alpha t^\circ),$$

где через R_0 обозначено сопротивление проводника при 0°C :

$$R_0 = \rho_0 \frac{l}{S}.$$

Вектор плотности тока в каждой точке изотропного проводника направлен так же, как и вектор напряжённости:

$$\vec{j} = \frac{1}{\rho} \vec{E}.$$

Величина обратная удельному сопротивлению, называется удельной проводимостью или удельной электропроводностью $\sigma = 1/\rho$, тогда:

$$\vec{j} = \sigma \vec{E} \text{ – закон Ома в дифференциальной форме.}$$

Сопротивление последовательно соединённых проводников:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i,$$

где R_i – сопротивление i – го проводника;

n – число проводников.

Сопротивление параллельно соединённых проводников:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}.$$

Закон Ома для неоднородного участка цепи:

$$\pm I = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) \pm \varepsilon_{12}}{R},$$

где $(\varphi_1 - \varphi_2)$ – разность потенциалов на концах участка цепи;

ε_{12} – э.д.с. источников тока, входящих в участок;

R – сопротивление цепи (участка цепи).

Закон Ома для однородного участка цепи:

$$I = \frac{U}{R},$$

где U – напряжение на участке цепи.

Закон Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r},$$

где r - внутреннее сопротивление источника тока;
 ε - э.д.с. источника.

Правила Кирхгофа для разветвленных цепей:

1. Алгебраическая сумма сил токов, сходящихся в узловых точках цепи, равна нулю:

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0,$$

где n - число токов сходящихся в узле;

2. Для любого замкнутого контура, алгебраическая сумма произведений сил токов I_k на сопротивление R_k соответствующих участков цепи равна алгебраической сумме всех ЭДС, действующих в этом контуре:

$$\sum_{i=1}^n I_k R_k = \sum_{i=1}^m \varepsilon_i.$$

Работа тока за время t :

$$A = qU = IUt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t.$$

Мощность тока:

$$P = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

Закон Джоуля – Ленца:

$$Q = I^2 R t,$$

где Q - количество теплоты, выделяющееся в цепи за время t .

Закон Джоуля – Ленца в дифференциальной форме:

$$\omega = \sigma E^2,$$

где ω – тепловая мощность тока.

Зависимость проводимости полупроводников от температуры:

$$\sigma = \sigma_0 e^{-\frac{\Delta W}{2kT}},$$

где ΔW – ширина запрещенной зоны; k – постоянная Больцмана;
 T – термодинамическая температура; σ_0 – электропроводность полупроводника при 0°C .

Тестовые задачи на законы постоянного тока

1. Установите соответствие между материалом проводника и его электропроводностью.

Материал	Электропроводность ($\sigma, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$)
а) металл	1) $> 10^{-15} - 10^{-10}$
б) полупроводник	2) $10^{-10} - 10^3$
в) диэлектрик	3) $10^4 - 10^6$

2. Проводящей среде поставьте в соответствие носители зарядов.

Среда	Носитель заряда
а) металл	1) носители зарядов отсутствуют
б) электролит	2) электроны
в) полупроводник	3) ионы
г) диэлектрик	4) ионы и электроны
д) плазма	5) электроны и дырки

3. Какое из приведённых выражений есть определение плотности тока?

а) $I = \frac{dq}{dt}$; б) $j = \frac{dI}{dS_{\perp}}$; в) $I = \int \vec{j} d\vec{S}$; г) $\vec{j} = \sigma(\vec{E} + \vec{E}')$; д) $\vec{j} = \sigma\vec{E}$.

4. Вольфрамовая нить электрической лампочки при температуре $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$ имеет сопротивление $R_1 = 35,8\text{Ом}$. Какова будет температура t_2 нити лампочки, если при включении в сеть напряжением $U = 120\text{В}$ по нити идёт ток $I = 0,33\text{А}$? Температурный коэффициент сопротивления вольфрама $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3}\text{K}^{-1}$.

а) $t_2 = 1600^{\circ}\text{C}$; б) $t_2 = 1800^{\circ}\text{C}$; в) $t_2 = 1900^{\circ}\text{C}$; г) $t_2 = 2000^{\circ}\text{C}$;
д) $t_2 = 2200^{\circ}\text{C}$.

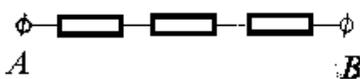
5. На катушку намотана медная проволока диаметром $d = 1\text{мм}$. Какое сопротивление имеет проволока, если масса её $3,41\text{кг}$?

а) $R = 8,2\text{Ом}$; б) $R = 10,8\text{Ом}$; в) $R = 10,6\text{Ом}$; г) $R = 14,8\text{Ом}$;
д) $R = 20,4\text{Ом}$.

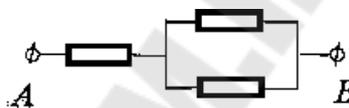
6. Чтобы изготовить печь сопротивлением $R = 400\text{ Ом}$, при комнатной температуре $t = 20^{\circ}\text{С}$ на фарфоровый цилиндр диаметром $d = 5\text{ см}$ наматывают никелиновую проволоку радиусом $r = 0,5\text{ мм}$. Сколько витков проволоки потребуется для изготовления такой печи? Удельное сопротивление никелина $\rho = 4 \cdot 10^{-7}\text{ Ом} \cdot \text{м}$ при температуре $t = 20^{\circ}\text{С}$.

а) $N = 300$; б) $N = 500$; в) $N = 600$; г) $N = 800$; д) $N = 1000$.

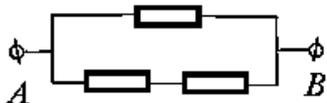
7. На рисунке показаны четыре типа соединений трех одинаковых сопротивлений. Установите правильное соотношение общих сопротивлений этих участков.



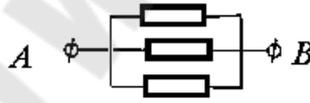
1



2



3



а) $R_1 \rangle R_2 \langle R_3 \langle R_4$; б) $R_1 \rangle R_2 \langle R_3 \rangle R_4$; в) $R_1 \rangle R_2 \rangle R_3 \rangle R_4$;
г) $R_1 \langle R_2 \langle R_3 \langle R_4$; д) $R_1 \langle R_2 \langle R_3 \rangle R_4$; е) $R_1 \langle R_2 \rangle R_3 \rangle R_4$.

8. Имеется цепь из n равных последовательно соединенных сопротивлений. Как изменится сопротивление цепи, если их соединить параллельно?

а) увеличится в n раз; б) увеличится в n^2 раз;
в) уменьшится в n раз; г) уменьшится в n^2 раз.

9. Интегральная форма закона Ома для неоднородного участка цепи выражается уравнением.

а) $I = \frac{U}{R}$; б) $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$; в) $I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 \pm \varepsilon}{R}$; г) $\vec{j} = \sigma \vec{E}$;

д) $\vec{j} = \sigma(\vec{E} + \vec{E}')$.

10. Определить заряд, прошедший по проводу с сопротивлением $R = 30\text{ Ом}$ при равномерном нарастании напряжения на концах провода от $U_1 = 2\text{ В}$ до $U_2 = 4\text{ В}$ в течение времени $t = 20\text{ с}$.

а) $q = 5\text{Кл}$; б) $q = 10\text{Кл}$; в) $q = 15\text{Кл}$; г) $q = 20\text{Кл}$; д) $q = 25\text{Кл}$.

11. По медному ($\rho = 17\text{нОм}\cdot\text{м}$) проводу длиной 1000м и диаметром 4мм течёт ток I . При каком значении тока падение напряжения U на проводе будет равно $10,8\text{В}$?

а) $I = 2\text{А}$; б) $I = 5\text{А}$; в) $I = 8\text{А}$; г) $I = 12\text{А}$; д) $I = 15\text{А}$.

12. Определите величину плотности тока в медной проволоке длиной $l = 100\text{м}$, если разность потенциалов на её конца $\varphi_1 - \varphi_2 = 10\text{В}$. Удельное сопротивление меди ($\rho = 17\text{нОм}\cdot\text{м}$).

а) $j = 5,88 \frac{\text{МА}}{\text{м}^2}$; б) $j = 4,54 \frac{\text{МА}}{\text{м}^2}$; в) $j = 3,26 \frac{\text{МА}}{\text{м}^2}$; г) $j = 8,56 \frac{\text{МА}}{\text{м}^2}$.

13. Поставьте в соответствие закону его математическое выражение

Закон	Математическое выражение
а) закон Ома для однородного участка цепи;	1) $\vec{j} = \sigma \vec{E}$
б) закон Ома в дифференциальной форме;	2) $I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 \pm \varepsilon}{R}$
в) закон Ома для неоднородного участка цепи;	3) $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$
г) закон Ома для замкнутой цепи;	4) $\vec{j} = anq(b_+ + b_-)\vec{E}$
д) закон Ома для электролитов	5) $I = \frac{U}{R}$

14. Являются ли тождественными понятия: разность потенциалов и напряжение?

- а) да, являются;
б) нет, не являются, но они совпадают для однородного участка цепи;
в) нет, не являются и никогда не совпадают.

15. Какую наибольшую мощность можно получить во внешней цепи от батареи аккумуляторов? ЭДС батареи 12В . Ток короткого замыкания 6А .

а) $P_{\text{max}} = 24\text{Вт}$; б) $P_{\text{max}} = 46\text{Вт}$; в) $P_{\text{max}} = 18\text{Вт}$; г) $P_{\text{max}} = 72\text{Вт}$;
д) $P_{\text{max}} = 86\text{Вт}$.

16. Какое из приведённых ниже уравнений выражает дифференциальную форму закона Джоуля - Ленца?

а) $\int_S \vec{j} d\vec{S} = -\frac{dq}{dt}$; б) $Q = IUt$; в) $\int_1^2 I^2 R dt$; г) $Q_{y\delta} = \rho \cdot j$.

17. Определите количество теплоты Q , выделившееся в проводнике сопротивлением $R = 50\text{Ом}$, при пропускании по нему электрического тока. Сила тока в проводнике равномерно нарастает с $I_0 = 5\text{ А}$ до $I = 10\text{ А}$ в течение времени $t = 30\text{с}$.

а) $Q = 15\text{кДж}$; б) $Q = 35\text{кДж}$; в) $Q = 55\text{кДж}$; г) $Q = 50\text{кДж}$.

18. По проводнику сопротивлением $R = 3\text{Ом}$ течёт равномерно возрастающий ток. Количество теплоты, выделившееся в проводнике за время $t = 8\text{с}$, равно $Q = 200\text{Дж}$. Определить количество электричества q , протёкшее за это время по проводнику. В начальный момент сила тока в проводнике была равна нулю.

а) $q = 10\text{ Кл}$; б) $q = 5\text{ Кл}$; в) $q = 15\text{ Кл}$; г) $q = 18\text{ Кл}$; д) $q = 20\text{ Кл}$.

19. В проводнике в течение времени $t = 10\text{с}$ равномерно убывает сила тока от $I_0 = 5\text{А}$ до $I = 0$. При этом в проводнике выделяется количество теплоты $Q = 1\text{кДж}$. Каково сопротивление R проводника?

а) $R = 8\text{Ом}$; б) $R = 10\text{Ом}$; в) $R = 12\text{Ом}$; г) $R = 14\text{Ом}$; д) $R = 16\text{Ом}$.

20. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 20\text{ Ом}$ нарастает по линейному закону от $I_0 = 0$ до $I_0 = 6\text{ А}$ за $t = 2\text{с}$. Определите количество выделившейся теплоты Q_1 за первую секунду и Q_2 за вторую секунду.

а) $Q_1 = 20\text{Дж}$, $Q_2 = 300\text{Дж}$; б) $Q_1 = 40\text{Дж}$, $Q_2 = 360\text{Дж}$;
в) $Q_1 = 60\text{Дж}$, $Q_2 = 420\text{Дж}$; г) $Q_1 = 80\text{Дж}$, $Q_2 = 490\text{Дж}$;
д) $Q_1 = 100\text{Дж}$, $Q_2 = 510\text{Дж}$.

21. Установите соответствие между определением ЭДС и ее математическим выражением.

Определение ЭДС

а) ЭДС – физическая величина, численно равная работе, совершаемой сторонними силами при перемещении положительного еди-

Математическое выражение

1) $\varepsilon = \int_L Edl$

ничного заряда по замкнутой цепи;

б) ЭДС равна сумме падений напряжения на внешнем и внутреннем участках цепи;

в) ЭДС равна разности потенциалов на клеммах источника тока при разомкнутой внешней цепи;

г) ЭДС есть циркуляция вектора напряженности поля сторонних сил по замкнутому контуру.

$$2) \varepsilon = \frac{A}{q}$$

$$3) \varepsilon = IR + Ir$$

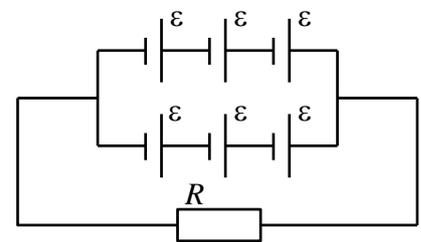
$$4) \varepsilon = \varphi_1 - \varphi_2$$

22. К источнику с ЭДС, равной ε , и внутренним сопротивлением r_1 присоединили сопротивление $R = 0,01\text{Ом}$. При этом амперметр показал силу тока $I_1 = 0,5\text{А}$. Если же к источнику присоединить последовательно ещё один источник с такой же ЭДС, но с внутренним сопротивлением $r_2 = 4,5\text{Ом}$, то сила тока I_2 в том же сопротивлении окажется равной $0,4\text{А}$. Определите внутреннее сопротивление r_1 и ЭДС источника ε .

а) $r_1 = 2,9\text{Ом}$, $\varepsilon = 1,5\text{В}$; б) $r_1 = 5,3\text{Ом}$, $\varepsilon = 2\text{В}$; в) $r_1 = 4\text{Ом}$, $\varepsilon = 2,5\text{В}$; г) $r_1 = 7,2\text{Ом}$, $\varepsilon = 9\text{В}$; д) $r_1 = 21\text{Ом}$, $\varepsilon = 8\text{В}$.

23. В схеме (см. рис.) ЭДС каждого элемента $\varepsilon = 1,2\text{В}$, внутреннее сопротивление $r = 0,2\text{Ом}$. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление R и дает во внешнюю цепь ток $I_1 = 2\text{А}$. Найдите сопротивление R .

а) $\varepsilon = 50\text{В}$; б) $\varepsilon = 130\text{В}$; в) $\varepsilon = 200\text{В}$; г) $\varepsilon = 70\text{В}$; д) $\varepsilon = 100\text{В}$.



24. Определите ЭДС ε и внутреннее сопротивление r источника тока, если во внешней цепи при силе тока 4А развивается мощность 10Вт , а при силе тока 2А – мощность 8Вт .

а) $\varepsilon = 4\text{В}$, $r = 2,30\text{Ом}$; б) $\varepsilon = 6\text{В}$, $r = 4\text{Ом}$; в) $\varepsilon = 7\text{В}$, $r = 4,30\text{Ом}$;

г) $\varepsilon = 5,5\text{В}$, $r = 0,75\text{Ом}$; д) $\varepsilon = 7,5\text{В}$, $r = 1,75\text{Ом}$.

25. Батарея аккумуляторов с ЭДС $\varepsilon = 12\text{В}$ и внутренним сопротивлением $r = 2,4\text{Ом}$ замкнута на внешнее сопротивление $R = 9\text{Ом}$. Найдите падение напряжения U во внешней цепи и падение напряжения U_r внутри батареи. С каким КПД η работает батарея?

- а) $U = 9,5\text{В}; U_r = 2,24\text{В}; \eta = 0,6$; б) $U = 6,5\text{В}; U_r = 1,53\text{В}; \eta = 0,79$;
 в) $U = 9,5\text{В}; U_r = 2,53\text{В}; \eta = 0,79$; г) $U = 3,9\text{В}; U_r = 2,53\text{В}; \eta = 0,4$;
 д) $U = 3,9\text{В}; U_r = 2,24\text{В}; \eta = 0,6$.

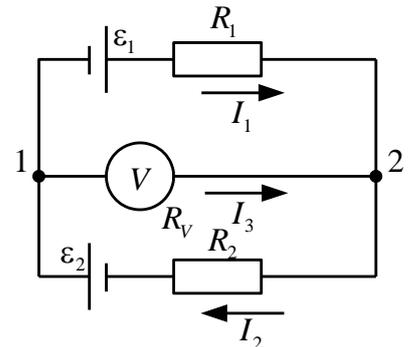
26. Определите ток короткого замыкания для батареи, если при силе тока $I_1 = 3\text{А}$ во внешней цепи батареи аккумуляторов выделяется мощность $P_1 = 18\text{Вт}$, при силе тока $I_2 = 1\text{А}$ – соответственно $P_1 = 10\text{Вт}$.

- а) $I_{кз} = 2\text{А}$; б) $I_{кз} = 4\text{А}$; в) $I_{кз} = 8\text{А}$; г) $I_{кз} = 10\text{А}$; д) $I_{кз} = 6\text{А}$.

27. Источник ЭДС вначале замыкают на резистор сопротивлением R_1 , а затем – на резистор сопротивлением R_2 , при этом в обоих случаях выделяется одинаковое количество теплоты. Определите внутреннее сопротивление r источника ЭДС.

- а) $r = \sqrt{R_1 \cdot R_2}$; б) $r = \sqrt{R_1^2 \cdot R_2}$; в) $r = \sqrt{R_1^2 \cdot R_2^2}$; г) $r = 2\sqrt{R_1 \cdot R_2}$;
 д) $r = 4\pi\sqrt{R_1 \cdot R_2}$.

28. Элементы цепи имеют значения $\varepsilon_1 = 1,5\text{В}$; $\varepsilon_2 = 1,6\text{В}$; $R_1 = 1\text{кОм}$; $R_2 = 2\text{кОм}$. Определите показания вольтметра, если его сопротивление $R_V = 2\text{кОм}$. Сопротивлением источников тока и соединённых проводов пренебречь.

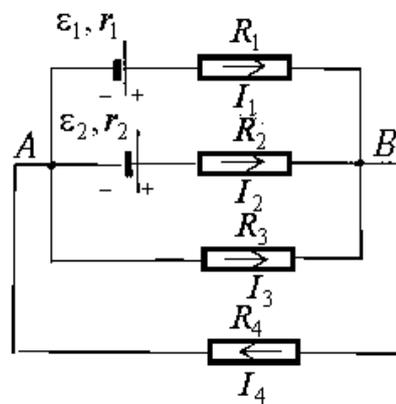


- а) $U_{12} = -0,20\text{В}$; б) $U_{12} = -0,35\text{В}$;
 в) $U_{12} = -0,15\text{В}$; г) $U_{12} = 0,40\text{В}$; д) $U_{12} = 0,35\text{В}$.

29. Если соединить два элемента одноименными полюсами, то сила тока в цепи $I = 0,5\text{А}$. ЭДС первого элемента $\varepsilon_1 = 1,2\text{В}$ и внутреннее сопротивление $r_1 = 0,1\text{Ом}$. ЭДС второго элемента $\varepsilon_2 = 0,9\text{В}$ и внутреннее сопротивление $r_1 = 0,3\text{Ом}$. Определите сопротивление R соединительных проводов.

- а) $R = 1\text{Ом}$; б) $R = 0,8\text{Ом}$; в) $R = 0,6\text{Ом}$; г) $R = 0,4\text{Ом}$; д) $R = 0,2\text{Ом}$.

30. Укажите, в каких уравнениях, составленных по правилам Кирхгофа



для схемы, изображенной на рисунке, допущены ошибки?

- 1) $I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0$;
- 2) $I_1 R_1 - I_2 (R_2 + r_2) = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$;
- 3) $I_1 (R_1 + r_1) + I_3 R_3 = \varepsilon_1$;
- 4) $I_3 R_3 + I_4 R_4 = 0$.

а) 4; б) 2,3; в) 3,4; г) 1,2.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Основные понятия и формулы

Закон Био-Савара-Лапласа:

$$d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0 \cdot I \cdot [d\vec{l}, \vec{r}]}{4\pi \cdot r^3} \quad \text{или} \quad dB = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{I \sin \alpha}{r^2} dl,$$

где $d\vec{B}$ – магнитная индукция поля, создаваемого элементом проводника с током I ; \vec{r} – радиус-вектор, проведенный от элемента проводника к точке, в которой определяется магнитная индукция; α – угол между радиусом-вектором и направлением тока в элементе проводника; $d\vec{l}$ – вектор, равный по модулю длине проводника и совпадающий по направлению с током (элемент проводника).

Магнитная индукция в центре кругового витка с током определяется по формуле:

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2R}, \quad \text{где } R \text{ – радиус витка.}$$

Магнитная индукция на оси кругового тока

$$B = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi R^2 I}{\sqrt{(R^2 + h^2)^3}} = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{2\pi R^2 I}{(R^2 + h^2)^{3/2}};$$

где h – расстояние от центра витка до точки, в которой определяется магнитная индукция.

Магнитная индукция поля, созданная прямым бесконечно длинным проводником с током

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r_0},$$

где r_0 – кратчайшее расстояние от оси проводника до точки, в которой определяется магнитная индукция.

Магнитная индукция поля, создаваемого отрезком проводника:

$$B = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{I}{r} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2).$$

Сила, действующая на проводник с током (элемент тока) в магнитном поле (закон Ампера),

$$\vec{F} = \int_L [I d\vec{l} \vec{B}], \quad d\vec{F} = I [d\vec{l} \vec{B}] \quad \text{или} \quad F = \int_L IdlB \sin \alpha, \quad dF = IdlB \sin \alpha.$$

где α – угол между направлением тока в проводнике и вектором магнитной индукции \vec{B} , $d\vec{l}$ – вектор элемента тока проводника, проведенный в направлении тока.

Магнитный момент плоского контура с током:

$$\vec{p}_m = \vec{n}IS,$$

где \vec{n} – единичный вектор нормали к плоскости контура; I – сила тока, протекающего по контуру; S – площадь контура.

Механический (вращательный) момент сил, действующий на контур с током, помещенный в однородное магнитное поле,

$$\vec{M} = [\vec{p}_m, \vec{B}], \quad \text{или} \quad M = p_m B \sin \alpha,$$

где α – угол между векторами \vec{p}_m и \vec{B} .

Потенциальная энергия (механическая) контура с током в магнитном поле

$$P_{\text{мех}} = -\vec{p}_m \vec{B}, \quad \text{или} \quad P_{\text{мех}} = -p_m B \cos \alpha.$$

Сила Лоренца

$$\vec{F} = q[\vec{v}, \vec{B}], \quad \text{или} \quad F = qvB \sin \alpha,$$

где α – угол между векторами \vec{v} и \vec{B} .

Магнитная индукция \vec{B} и напряженность \vec{H} магнитного поля связаны соотношением $\vec{B} = \mu\mu_0 \vec{H}$,

где μ – магнитная проницаемость среды.

Магнитная индукция внутри соленоида и тороида:

$$B = \mu\mu_0 nI.$$

где n – отношение числа витков соленоида к его длине.

Тестовые задачи по магнитному полю

1. Определению поставьте в соответствии математическое выражение

Определение	Математическое выражение
а) сила Лоренца	1) $\vec{M} = [\vec{p}_m \vec{B}]$
б) сила Ампера	2) $\vec{F} = p_m \frac{\partial \vec{B}}{\partial n}$
в) сила взаимодействия двух прямых параллельных токов	3) $\vec{F} = q\vec{E} + q[\vec{v}\vec{B}]$
г) сила, действующая на контур с током в неоднородном магнитном поле	4) $F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I_1 I_2}{b} l$
д) момент сил, действующих на контур с током	5) $\vec{F} = \int_L [I d\vec{l} \vec{B}]$

2. Определению поставьте в соответствии математическое выражение

Определение	Математическое выражение
а) циркуляция вектора \vec{B}	1) $\vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$
б) закон Био-Савара-Лапласа	2) $\int_L \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \sum_{i=1}^n I_i$
в) принцип суперпозиции	3) $\int_S \vec{B} d\vec{S} = 0$
г) теорема Гаусса для поля \vec{B}	4) $\vec{F} = [I d\vec{l} \vec{B}]$
д) закон Ампера	5) $dB = \frac{\mu_0 \mu I \sin \alpha}{4\pi r^2}$

3. Какая из формул представляет закон Био-Савара-Лапласа.

а) $\vec{B} = \mu\mu_0 \vec{H}$;

б) $d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0 \cdot I \cdot [d\vec{l}, \vec{r}]}{4\pi \cdot r^3}$;

$$в) \vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i;$$

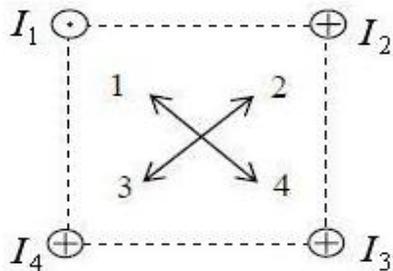
$$г) \int_L \vec{H} d\vec{l} = \sum_{i=1}^n I_i;$$

$$д) \vec{F} = [Id\vec{l} \vec{B}].$$

14. Магнетик поставьте в соответствии магнитную проницаемость.

Магнетик	Магнитная проницаемость μ
а) диамагнетик	1) >1
б) парамагнетик	2) $\gg 1$
в) ферромагнетик	3) <1

4. Четыре параллельных тока одинаковой величины текут так, как показано на рисунке. Какая из стрелок указывает направление магнитной индукции в центре квадрата?

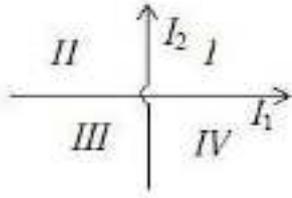


а) 1; б) 2; в) 3; г) 4;

5. Определению поставьте в соответствии математическое выражение.

Определение	Математическое выражение
а) магнитное поле движущегося заряда	1) $B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{NI}{r}$
б) магнитное поле прямого тока	2) $B = \mu_0 nI$
в) магнитное поле в центре кругового тока	3) $B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{r}$
г) магнитное поле соленоида	4) $\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q[\vec{v}\vec{r}]}{r^3}$
д) магнитное поле тороида	5) $B = \frac{\mu_0}{2} \frac{I}{R}$

6. Два прямолинейных бесконечно длинных проводника с токами расположены взаимно перпендикулярно в одной плоскости. В каких квадратах находятся точки, в которых $\vec{B} = 0$?

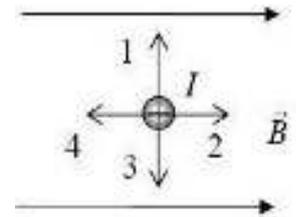


- а) I, III; б) II, IV; в) I, II; г) III, IV.

7. Какое из приведённых ниже выражений представляет собой силу, действующую на положительно заряженную частицу, движущуюся одновременно в электрическом и магнитном полях?

- а) $q\vec{E} + q[\vec{v}\vec{B}]$; б) $q\vec{E} + q[\vec{v}\vec{B}]$; в) $qE + q(\vec{B}\vec{v})$; г) $qE + q(Bv)$.

8. На рисунке изображено сечение прямолинейного бесконечно длинного проводника с током. Проводник помещён в магнитное поле. Какая из стрелок правильно указывает направление силы, действующей на проводник со стороны поля?



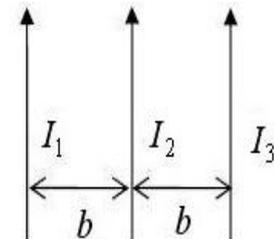
- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

9. Какая из приведённых ниже формул является математическим выражением закона Ампера?

а) $\vec{F} = q[\vec{v}\vec{B}]$; б) $\Phi = BS \cos \alpha$; в) $\int_L \vec{H} d\vec{l} = \sum_{i=1}^n I_i$;

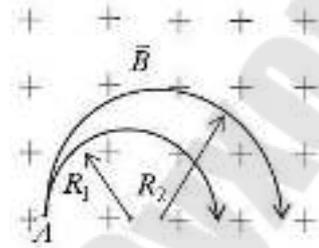
г) $d\vec{F} = I[d\vec{l}\vec{B}]$; д) $dB = \frac{\mu_0 \mu I \sin \alpha}{4\pi r^2}$.

10. Три бесконечно длинных параллельных проводника с токами расположены на равных расстояниях b один от другого $I_1 = 2I_2, I_3 = I_2$. Указать направление результирующей силы, действующей на проводник I_2 .



- а) \rightarrow ; б) \leftarrow ; в) $\vec{F} = 0$.

11. Две заряженные частицы отклоняются однородным магнитным полем и движутся по окружностям различного радиуса в направлении, указанном на рисунке. Выберите из ниже приведённых те, на которые Вы ответите “да”.

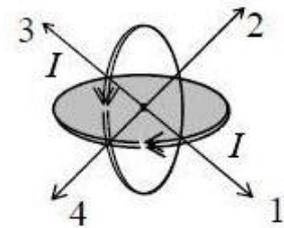


- 1) заряжены ли частицы положительно?
- 2) заряжены ли частицы отрицательно?
- 3) обязательно ли скорость частицы, движущейся по окружности радиусом R_1 , меньше скорости частицы, движущейся по окружности радиусом R_2 ?

4) обязательно ли удельные заряды частиц совпадают?

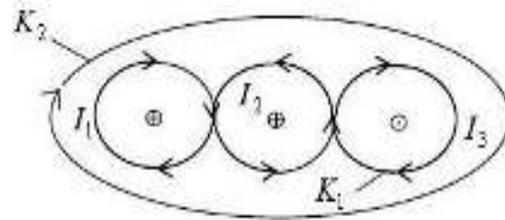
- а) 1; б) 2); в) 1,3,4; г) 2,3,4; д) 1,3.

12. Два одинаковых круговых витка с токами, имеющие общий центр, расположены взаимно перпендикулярно. Какая из стрелок указывает направление индукции результирующего магнитного поля в общем центре витков? Плоскости витков перпендикулярны чертежу.



- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

15. Дано $I_1 = I_2 = I_3 = 1\text{A}$ (см. рисунок). Определить циркуляции вектора \vec{H} по контурам $K_{1\text{и}} K_2$.



- а) 1A, 1A; б) 1A, -1A; в) -1A, 1A; г) 1A, -3A; д) -1A, 3A.

17. Два параллельных бесконечно длинных провода расположены на расстоянии $d = 4\text{ см}$ друг от друга. Определите величину магнитной индукции \vec{B} в точке, отстоящей от одного проводника на расстоянии $r_1 = 5\text{ см}$ и от другого – на расстоянии $r_2 = 8\text{ см}$. Токи в проводах $I_1 = 50\text{ A}$ и $I_2 = 100\text{ A}$ текут в одном направлении.

- а) $B = 443\text{ мкТл}$; б) $B = 324\text{ мкТл}$; в) $B = 280\text{ мкТл}$;
г) $B = 187\text{ мкТл}$; д) $B = 98\text{ мкТл}$.

18. Стороны прямоугольника, изготовленного из тонкого провода, равны $a = 30$ см и $b = 40$ см. Величина магнитной индукции B_0 в точке пересечения диагоналей равна 400 мкТл, если по проводнику пропустить ток I . Определите величину тока I .

а) $I = 96$ А; б) $I = 120$ А; в) $I = 140$ А; г) $I = 136$ А; д) $I = 68$ А.

19. По проволочному контуру в виде треугольника течёт ток. Не изменяя силы тока, контуру придали форму квадрата. Во сколько раз изменилась величина магнитной индукции в центре контура?

а) увеличилась в $1,19$ раз; б) не изменилась; в) уменьшилась в $1,19$ раз; г) уменьшилась в $2,34$ раз; д) увеличилась в $2,34$ раз.

20. В однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл влетает протон под углом 30° к направлению поля. Кинетическая энергия протона $W = 433$ эВ. Определите радиус R винтовой линии, по которой будет двигаться протон.

а) $R = 0,3$ см; б) $R = 0,8$ см; в) $R = 1,5$ см; г) $R = 2$ см;
д) $R = 2,8$ см.

21. Перпендикулярно магнитному полю с индукцией $B = 0,1$ Тл возбуждено электрическое поле напряжённостью $E = 100$ кВ/м. Перпендикулярно обоим полям движется, не отклоняясь от прямолинейной траектории, заряженная частица. Вычислите скорость частицы.

а) $v = 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; б) $v = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; в) $v = 3 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; г) $v = 4 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;
д) $v = 6 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

23. Протон и α -частица влетают в однородное магнитное поле, направление которого перпендикулярно к направлению их движения. Найдите отношение периода обращения T_1 протона в магнитном поле к периоду обращения T_2 α -частицы.

а) $\frac{T_1}{T_2} = 0,5$; б) $\frac{T_1}{T_2} = 1$; в) $\frac{T_1}{T_2} = 1,5$; г) $\frac{T_1}{T_2} = 2$; д) $\frac{T_1}{T_2} = 2,5$.

24. В магнитном поле с индукцией $B = 0,6$ Тл по круговой орбите радиусом $R = 4$ см движется заряженная частица. Скорость движе-

ния частицы $v=10^6$ м/с. Найдите заряд q частицы и частоту n обращения её в магнитном поле, если известно, что её энергия $W = 24$ кэВ.

а) $q = 4,2 \cdot 10^{-19}$ Кл, $n = 2 \cdot 10^6$ Гц;

б) $q = 3,7 \cdot 10^{-19}$ Кл, $n = 4,8 \cdot 10^6$ Гц;

в) $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл, $n = 4 \cdot 10^6$ Гц;

г) $q = 2,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, $n = 2,9 \cdot 10^6$ Гц;

д) $q = 1,4 \cdot 10^{-19}$ Кл, $n = 6 \cdot 10^6$ Гц.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ.

Основные понятия и формулы

Магнитный поток Φ сквозь поверхность:

а) в случае однородного магнитного поля и плоской поверхности $\Phi = B \cdot S \cos \alpha$ или $\Phi = B_n \cdot S$, $B_n = B \cdot \cos \alpha$.

где S – площадь контура; α – угол между нормалью к плоскости контура и вектором магнитной индукции;

б) в случае неоднородного магнитного поля и произвольной поверхности $\Phi = \int_S B_n \cdot S$ (интегрирование ведется по всей поверхности).

Работа по перемещению замкнутого контура в магнитном поле:

$$A = I \Delta \Phi = I(\Phi_2 - \Phi_1).$$

ЭДС индукции

$$\varepsilon_1 = -\frac{d\psi}{dt}, \text{ где } \psi = N\Phi \text{ – потокосцепление (полный поток), } N \text{ –}$$

число витков.

ЭДС индукции ε_i , возникающая в рамке площадью S , содержащей N витков при ее вращении с угловой скоростью ω в однородном магнитном поле с индукцией B

$$\varepsilon_i = NBS\omega \sin \omega t.$$

Разность потенциалов на концах проводника длиной l , движущегося со скоростью \vec{v} в магнитном поле,

$$U = Blv \sin \alpha, \text{ где } \alpha \text{ – угол между векторами } \vec{v} \text{ и } \vec{B}.$$

Магнитный поток сквозь контур и сила тока в нем связаны соотношением $\Phi = LI$, где L – индуктивность контура.

ЭДС самоиндукции:

$$\varepsilon_S = -L \frac{dI}{dt}$$

Индуктивность соленоида

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

где n – отношение числа витков соленоида к его длине; V – объём соленоида.

Энергия магнитного поля W , создаваемого током в замкнутом контуре индуктивностью L

$$W = \frac{LI^2}{2}.$$

Объёмная плотность энергии магнитного поля (отношение энергии магнитного поля соленоида и тороида к его объёму):

$$W = \frac{BH}{2}, \text{ или } W = \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} = \frac{B^2}{2\mu\mu_0}.$$

Тестовые задачи по электромагнитной индукции

1. Какая из приведённых ниже формул выражает закон Фарадея – Ленца для электромагнитной индукции?

а) $\varepsilon = \oint_L E_1 dl$; б) $\varepsilon = I(R + r)$; в) $dB = \frac{Idl \sin \alpha}{r^2}$; г) $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$.

2. Определению поставьте в соответствие математические выражения.

Определение

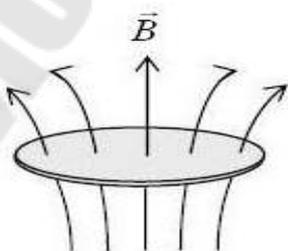
Математическое выражение

а) закон электромагнитной индукции 1) $\varepsilon = -L_{21} \frac{dI_1}{dt}$

б) ЭДС самоиндукции 2) $\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt}$

в) ЭДС взаимной индукции 3) $\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$

3. Неподвижный проводящий контур расположен в меняющемся со временем магнитном потоке так, как показано на рисунке, причём $dB/dt > 0$, т.е. индукция магнитного поля возрастает. Возникает ли в этом контуре ток? Если “да”, то, как он направлен?



- а) да, по часовой стрелке, если смотреть сверху;
- б) да, против часовой стрелки, если смотреть сверху;
- в) нет, ток возникает, так как контур неподвижен.

4. Ток в проводящем контуре изменяется по закону $I = I_0 e^{-\alpha t}$ ($\alpha > 0$). Определить: а) как направлена ЭДС самоиндукции в контуре; б) как ЭДС самоиндукции изменяется по модулю.

- а) по току, увеличивается; б) по току, уменьшается;
- в) против тока, увеличивается; г) против тока, уменьшается.

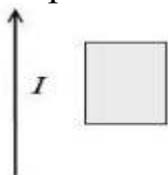
5. Плоская проводящая рамка вращается в однородном магнитном поле. Индуцируется ли в рамке ЭДС, если ось вращения: а) параллельна; б) перпендикулярна линиям индукции?

- а) да, да; б) нет, нет; в) да, нет; г) нет, да.

6. Наматывают соленоид в один слой, укладывая витки вплотную друг к другу. Как изменится отношение индуктивности соленоида к сопротивлению обмотки L/R с увеличением числа витков? Соленоид считать длинным.

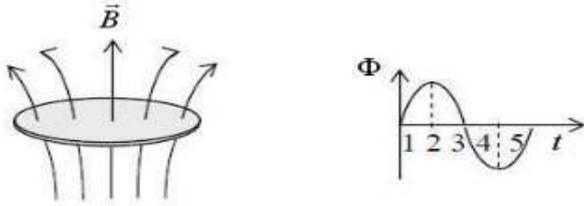
- а) увеличится; б) уменьшится; в) не изменится.

7. Определить направление индукционного тока, возникшего в замкнутом контуре и направление результирующей силы, действующей на проводящую рамку, если ток в проводе возрастает.



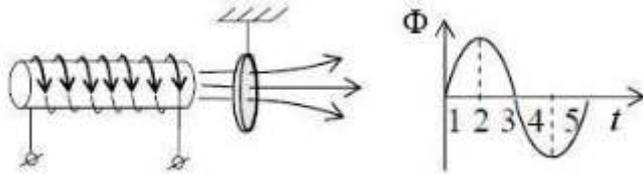
- а) по часовой стрелке, вправо; б) по часовой стрелке, влево;
- в) против часовой стрелки, вправо; г) против часовой стрелки, влево.

8. Поток магнитной индукции через проводящее кольцо изменяется по гармоническому закону. Среди моментов времени 1, 2, 3, 4, 5 указать момент, соответствующий отрицательной и максимальной по модулю ЭДС, индуцированной в кольце.



- а) 1; б) 2; в) 1, 3, 5; г) 2, 4; д) 1, 5.

10. Вблизи полюса электромагнита висит проводящее кольцо. Магнитный поток, пронизывающий кольцо, изменяется согласно графику, приведённому на рисунке справа. В какие интервалы времени кольцо притягивается к электромагниту.



- а) 1, 2; б) 2, 3; в) 2, 4; г) 4, 5.

11. Магнитный поток через катушку из N витков изменяется по закону $\Phi = \alpha t - \beta$, где α и β некоторые константы. Выразить временную зависимость ЭДС индукции.

- а) $\varepsilon = -\alpha$; б) $\varepsilon = -\alpha N$; в) $\varepsilon = -\alpha - \beta$; г) $\varepsilon = 0$.

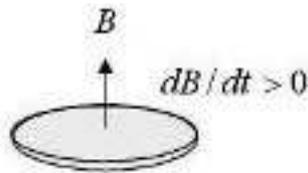
12. Через катушку, индуктивность которой равна L , течет ток, изменяющийся во времени по закону $I = I_0 \sin \omega t$. Определить максимальное значение ЭДС индукции.

- а) $LI_0\omega$; б) $\frac{LI_0^2}{2}$; в) $\frac{L\omega I_0^2}{2}$; г) $LI_0\omega \cos \omega t$.

13. Какие из приведённых ниже выражений дают энергию магнитного поля внутри соленоида?

- а) $\frac{BH}{2}$; б) $\frac{B^2}{2\mu_0\mu}$; в) $\frac{\mu_0\mu H^2}{2}$; г) $\frac{LI^2}{2}$.

14. Проволочное кольцо находится в меняющемся со временем магнитном поле. Положение кольца, направление магнитной индукции \vec{B} и характер её изменения показаны на рисунке. Указать направление тока, наводимого в кольце, и направление силы $d\vec{F}$, действующий на малый участок кольца dl со стороны магнитного поля.

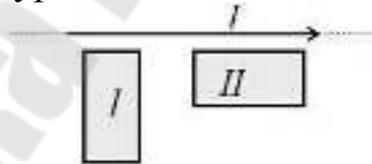


- а) ток направлен по часовой стрелке, сила направлена к центру кольца;
- б) ток направлен по часовой стрелке, сила направлена от центра кольца;
- в) ток направлен против часовой стрелки, сила направлена к центру кольца;
- г) ток направлен против часовой стрелки, сила направлена от центра кольца.

15. Виток площадью S находится в магнитном поле напряжённостью \vec{H} . Плоскость витка перпендикулярна линиям поля. Каково сопротивление витка, если при исчезновении поля по витку протекает заряд q ?

- а) $\frac{2\mu_0\mu HS}{q}$; б) $\frac{\mu_0\mu HS}{q}$; в) $\frac{HS}{q}$; г) $\frac{2HS}{q}$; д) 0.

16. Вблизи бесконечно длинного прямолинейного проводника с током в одной плоскости с проводником расположены два одинаковых проводящих контура. Ток в проводе выключают. Сравнить заряды, протекающие по контурам I и II .



- а) $q_1 < q_2$; б) $q_1 = q_2$; в) $q_1 > q_2$.

17. Круговой контур радиусом r , имеющий сопротивление R , помещен в однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} . Плоскость контура перпендикулярна направлению магнитного поля. Какой заряд протечет через контур при повороте его на 180° ?

- а) $\frac{B\pi r^2}{R}$; б) $\frac{\pi R^2}{2B}$; в) $\frac{2B\pi r^2}{R}$; г) $\frac{2\pi R^2}{r}$; д) 0.

18. Какое из приведённых выражений является индуктивностью соленоида длиной l , площадью сечения S , с числом витков N ?

а) $\mu_0 \mu n^2 V$; б) $\frac{\mu_0 \mu N^2 S}{l}$; в) $\mu_0 \mu n^2 l S$; г) $\frac{\mu_0 \mu N S}{l}$; д) $\frac{\mu_0 \mu N^2}{l}$.

19. Какое из приведенных ниже выражений дает энергию магнитного поля, создаваемого током I в соленоиде длиной l , площадью сечения S , с числом витков N ?

а) $\frac{\mu_0 \mu N^2 I S}{l}$; б) $\frac{\mu_0 \mu N^2 I^2 S}{l}$; в) $\frac{\mu_0 \mu N^2 I^2 S}{2l}$; г) $\frac{\mu_0 \mu N I}{l}$; д) $\frac{N I}{l}$.

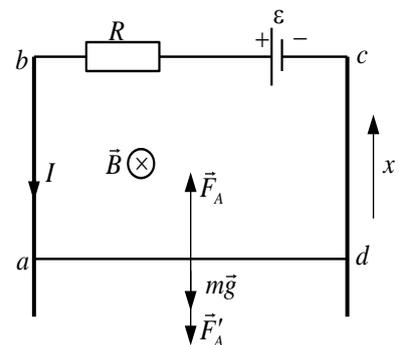
20. Какие из приведённых ниже выражений дают объемную плотность энергии магнитного поля?

а) $\frac{BH}{2}$; б) $\frac{B^2}{2\mu_0 \mu}$; в) $\frac{\mu_0 \mu H^2}{2}$; г) $\frac{W}{V}$; д) $\frac{LI^2}{2}$.

21. Стержень длиной 1 м вращается в однородном магнитном поле с постоянной угловой скоростью $\omega = 30$ рад/с. Ось вращения стержня параллельна магнитным силовым линиям поля и проходит через его конец. Определите ЭДС индукции, возникшую на концах стержня, если индукция магнитного поля $B = 2 \cdot 10^{-2}$ Тл.

а) $\varepsilon = -0,15$ В; б) $\varepsilon = -0,2$ В; в) $\varepsilon = -0,25$ В; г) $\varepsilon = -0,3$ В;
д) $\varepsilon = -0,45$ В.

22. В однородном горизонтальном магнитном поле с магнитной индукцией $B = 0,5$ Тл по вертикально расположенным рельсам, замкнутым через последовательно соединённые резистор сопротивлением $R = 50$ Ом и источник ЭДС $\varepsilon = 12$ В (см. рисунок), свободно скользит без нарушения контакта проводник длиной $l = 1$ м и массой $m = 100$ г. Найдите величину скорости. Сопротивлением рельсов, проводника и внутренним сопротивлением источника пренебечь.



а) $v = 4,4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; б) $v = 6,2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; в) $v = 8,9 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; г) $v = 12,8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$;

д) $v = 14,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

23. В магнитном поле Земли находится виток проволоки радиусом $r = 20\text{см}$ и сопротивлением 20Ом . Если виток повернуть с одной стороны на другую, то по проволоке протечёт заряд q . Какое количество электричества q протечёт по витку, если виток первоначально расположен горизонтально, а величина вертикальной составляющей индукции \vec{B} магнитного поля Земли равна 50мкТл ?

- а) $q = 4,21\text{мкКл}$; б) $q = 6,28\text{мкКл}$; в) $q = 8,68\text{мкКл}$;
г) $q = 14,54\text{мкКл}$; д) $q = 24,98\text{мкКл}$.

24. Проволочное кольцо радиусом $r = 8\text{см}$ и сопротивлением $R = 0,1\text{Ом}$ находится в однородном магнитном поле. Плоскость кольца составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с линиями индукции поля. Если магнитное поле выключить, то по кольцу протечёт количество электричества $q = 10\text{мКл}$. Какова была величина индукции \vec{B} магнитного поля?

- а) $B = 0,5\text{Тл}$; б) $B = 0,4\text{Тл}$; в) $B = 0,3\text{Тл}$; г) $B = 0,2\text{Тл}$; д) $B = 0,1\text{Тл}$.

25. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1\text{Тл}$ с частотой $n = 10\text{об/с}$ вращается рамка, содержащая $N = 1000$ витков провода. Ось рамки перпендикулярна к направлению магнитного поля. Максимальная ЭДС индукции, возникающая в рамке, равна $\varepsilon_{\text{max}} = 94,2\text{В}$. Найдите площадь рамки S .

- а) $S = 9 \cdot 10^{-3}\text{м}^2$; б) $S = 12 \cdot 10^{-3}\text{м}^2$; в) $S = 15 \cdot 10^{-3}\text{м}^2$;
г) $S = 18 \cdot 10^{-3}\text{м}^2$; д) $S = 21 \cdot 10^{-3}\text{м}^2$.

26. Магнитный поток, пронизывающий соленоид, $\Phi = 80\text{мкВб}$. Когда сила тока I , протекающего по обмотке, равна 6А . Индуктивность соленоида $L = 70\text{мГн}$. Сколько витков N содержит соленоид?

- а) $N = 20$; б) $N = 200$; в) $N = 400$; г) $N = 600$; д) $N = 800$.

27. Найдите величину напряжённости \vec{H} магнитного поля внутри прямого длинного соленоида при силе тока $I = 4\text{А}$. Витки намотаны из проволоки радиусом $r = 0,25\text{мм}$. Толщиной изоляции пренебречь.

а) $H = 4 \cdot 10^3 \frac{\text{А}}{\text{М}}$; б) $H = 8 \cdot 10^3 \frac{\text{А}}{\text{М}}$; в) $H = 12 \cdot 10^3 \frac{\text{А}}{\text{М}}$;
 г) $H = 10 \cdot 10^3 \frac{\text{А}}{\text{М}}$; д) $H = 16 \cdot 10^3 \frac{\text{А}}{\text{М}}$.

ОПТИКА. АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА. Основные законы и формулы

Условие максимума интерференции

$$\Delta = \pm m\lambda \quad (m = 0, 1, 2, \dots),$$

λ – длина волны в вакууме, Δ – оптическая разность хода

Условие минимума интерференции

$$\Delta = \pm (2m - 1) \frac{\lambda}{2},$$

$(m = 1, 2, \dots)$

Оптическая разность хода в опыте Юнга

$$\Delta = \frac{xd}{L},$$

x – координата точки экрана, d – расстояние между источниками, L – расстояние до экрана.

Ширина интерференционных полос в опыте Юнга

$$\Delta x = \frac{\lambda L}{d}$$

Оптическая разность хода в тонких пленках в отраженном свете

$$\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} \pm \frac{\lambda}{2},$$

d – толщина пленки, n – показатель преломления среды, i – угол падения

Радиусы светлых и темных колец Ньютона в проходящем (или темных и светлых – в отраженном)

$$r_m = \sqrt{m\lambda R},$$

$(m = 1, 2, \dots)$

$$r_m = \sqrt{(2m - 1) \frac{\lambda}{2} R},$$

Радиус k -ой зоны Френеля для сферической волны

$$(m = 1, 2 \dots)$$

$$r_k = \sqrt{\frac{ab}{a+b} k \lambda},$$

$$(k = 1, 2 \dots)$$

a – расстояние от источника до фронта волны, b – расстояние от фронта волны до экрана

Радиус k -ой зоны Френеля для плоской волны

$$r_k = \sqrt{bk\lambda},$$

$$(k = 1, 2 \dots)$$

Условие максимума интенсивности при дифракции плоской волны на щели

$$b \sin \varphi = (2k + 1) \frac{\lambda}{2},$$

$$(k = 1, 2 \dots),$$

b – ширина щели, φ – угол дифракции

Условие минимума интенсивности при дифракции на щели

$$b \sin \varphi = k \lambda,$$

$$(k = 1, 2 \dots)$$

Условие главных максимумов при дифракции на дифракционной решетке

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

$$(k = 0, 1, 2 \dots),$$

d – период решетки, φ – угол дифракции

Закон Малюса

$$I = I_0 \cos^2 \alpha,$$

I – интенсивность поляризованного света, прошедшего через поляризатор, I_0 – интенсивность поляризованного света, падающего на поляризатор, α – угол между вектором \vec{E} и осью поляризатора

Степень поляризации

$$P = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}},$$

I_{max} , I_{min} – максимальная и минимальная интенсивности света, пропускаемого поляризатором

Закон Стефана-Больцмана

$$R = \sigma T^4,$$

R – энергетическая светимость, T – абсолютная температура, σ – постоянная Стефана – Больцмана

Закон Вина

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T},$$

λ_{max} – длина волны, на которую приходится максимум испускательной способности, b – постоянная Вина

Закон Брюстера

$$tgi_{op} = \frac{n_2}{n_1}$$

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A + T_{max},$$

$h\nu$ – энергия кванта, A – работа выхода электрона из металла, T_{max} – максимальная кинетическая энергия электрона, h – постоянная Планка

Красная граница фотоэффекта

$$\nu_{min} = \frac{A}{h},$$

Задерживающий потенциал

$$eU_s = T_{max} = \frac{m\nu_{max}^2}{2}$$

Закон радиоактивного распада

$$N = N_0 \exp[-\lambda t],$$

N – число нераспавшихся ядер к моменту времени t , N_0 – первоначальное число

ядер, λ – постоянная распада,

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T},$$

T – период полураспада
числа ядер, распавшихся за
время t

Активность изотопа

$$A = +\lambda N = N_0 \exp[-\lambda t]$$

Тестовые задачи по интерференции света

1. Установите соответствие между определением и его математическим выражением.

Определение	Математическое выражение
а) оптическая разность хода	1) $\frac{2\pi}{\lambda} \Delta$
б) разность фаз колебаний	2) $(n_2 - n_1)I$
в) фаза колебания	3) $\frac{2\pi}{\lambda}$
г) волновое число	4) $\omega \left(t - \frac{I}{v} \right)$

2. Радиусы светлых колец Ньютона в проходящем свете определяются формулой:

а) $r_k = \sqrt{kR\lambda}$; б) $r_k = \sqrt{(2k-1)\frac{R\lambda}{2}}$; в) $r_k = \sqrt{(k-1)kR}$; г)

$$r_k = \sqrt{kR\frac{\lambda}{2}}.$$

3. Для интерференционной картины от двух когерентных световых волн установите соответствие между определением и его математическим выражением.

Определение	Математическое выражение
а) ширина интерференционной полосы	1) $m \frac{xd}{I}$;
б) оптическая разность хода	2) $m \frac{I}{d} \lambda$;
в) координаты минимумов	3) $\left(m + \frac{1}{2} \right) \frac{I}{d} \lambda$;

г) координаты максимумов

$$4) \frac{l}{d} \lambda .$$

4. Пучок белого света падает нормально на пластинку, толщина которой $h = 1$ мкм. Показатель преломления стекла $n = 1,5$. Какая область видимого спектра будет усиливаться в отраженном пучке?

а) красная; б) желтая; в) зеленая; г) фиолетовая.

5. В какой цвет (указать длину волны λ) будет окрашена мыльная пленка ($n = 1,3$) если она освещается белым светом. Свет падает нормально, толщина пленки $d = 100$ нм.

а) 320 нм; б) 380 нм; в) 400 нм; г) 520 нм; д) 640 нм.

6. Оптическая разность хода лучей, отраженных от плоскопараллельной пластики толщины h при нормальном падении, равна:

а) hn ; б) $2hn$; в) $2hn - \frac{\lambda}{2}$; г) $2hn + \lambda$.

7. На пленку с показателем преломления $n = 1,5$ падает нормально свет с длиной волны $\lambda = 5,5 \cdot 10^{-7}$ м. Отраженный свет имеет наибольшую интенсивность. Какова минимальная толщина пленки?

а) 600 нм; б) 700 нм; в) 800 нм; г) 900 нм.

8. Условие максимумов интенсивности в интерференционной картине при отражении световой волны от плоскопараллельной пластики толщины h имеет вид:

а) $2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}$; б) $2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} = m\lambda$;

в) $2hn \cos \theta_2 = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}$; г) $2hn \cos \theta_2 = m\lambda$.

9. Разность фаз колебаний двух интерферирующих лучей монохроматического света с длиной волны $\lambda = 500$ нм равна $\Delta\varphi = \frac{3\pi}{2}$. Определить разность хода этих лучей.

а) 500 нм; б) 385 нм; в) 380 нм; г) 375 нм.

10. В опыте с зеркалами Френеля расстояние d между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние l от них до

экрана равно 5 м. В красном свете ширина интерференционных полос равна 5,5 мм. Определить длину волны λ красного света.

а) $\lambda = 550\text{нм}$; б) $\lambda = 580\text{нм}$; в) $\lambda = 540\text{нм}$; г) $\lambda = 570\text{нм}$.

11. На экране наблюдается интерференционная картина в результате наложения лучей от двух когерентных источников с длиной волны 500 нм. На пути одного из лучей перпендикулярно к нему поместили стеклянную пластинку с показателем преломления 1,6 толщиной 5 мкм. Определить, на сколько полос при этом сместится интерференционная картина.

а) $m = 7$; б) $m = 6$; в) $m = 5$; г) $m = 8$.

12. Расстояние между двумя когерентными источниками $d = 0,9$ мм. Источники, испускающие свет с длиной волны $\lambda = 640$ нм, расположены на расстоянии $l = 3,5$ м от экрана. Определить число светлых полос, располагающихся на 1 см длины экрана.

а) $\frac{m}{x} = 420\text{м}^{-1}$; б) $\frac{m}{x} = 390\text{м}^{-1}$; в) $\frac{m}{x} = 400\text{м}^{-1}$; г) $\frac{m}{x} = 400\text{м}$.

13. Для уменьшения потерь света при отражении от стекла на поверхность объектива с показателем преломления 1,7 нанесена тонкая прозрачная пленка с показателем преломления 1,3. При какой наименьшей толщине ее произойдет максимальное ослабление света, длина волны которого приходится на среднюю часть видимого спектра ($\lambda_0 = 0,56\text{мкм}$)? Считать, что лучи падают нормально.

а) $h = 108\text{нм}$; б) $h = 110\text{нм}$; в) $h = 100\text{нм}$; г) $h = 112\text{нм}$.

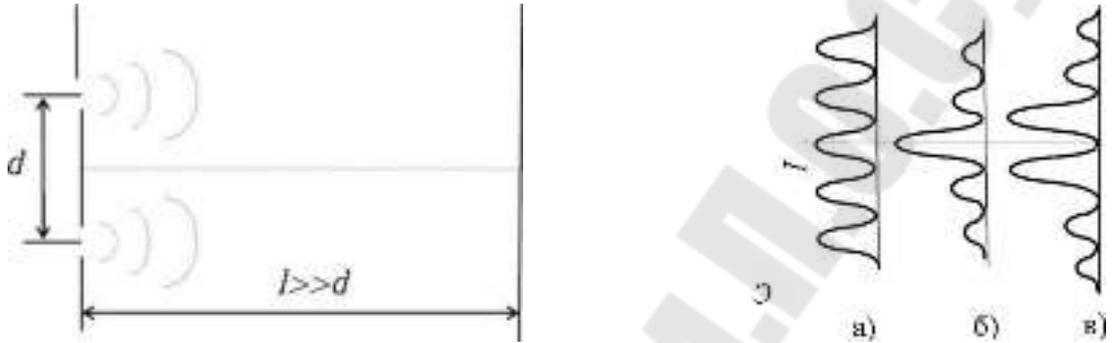
14. Какую наименьшую толщину должна иметь пленка из скипидара, разлитого на воде, если на нее под углом $\alpha = 30^\circ$ падает белый свет и она в отраженном свете окажется красной? Длина волны красных лучей $\lambda = 0,63$ мкм.

а) $h_{\min} = 150\text{нм}$; б) $h_{\min} = 180\text{нм}$; в) $h_{\min} = 120\text{нм}$;
г) $h_{\min} = 200\text{нм}$.

15. На стеклянный клин ($n = 1,5$) с углом при вершине $\alpha = 1'$ падает под углом $i = 18^\circ$ монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм. Определить расстояние между двумя соседними минимумами при наблюдении интерференции в отраженном свете.

- а) $b = 0,713\text{мм}$; б) $b = 0,709\text{мм}$; в) $b = 0,703\text{мм}$; г) $b = 0,700\text{мм}$.

16. На рисунке изображена интерференционная схема опыта Юнга с двумя щелями, излучающими волны с длиной λ_0 . Какой из приведенных графиков $I = f(x)$ описывает изменение интенсивности в интерференционной картине?



17. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 0,6\text{ мкм}$, падающим нормально на плоскую поверхность линзы. Пространство между линзой ($n_1 = 1,55$) и плоской прозрачной пластинкой ($n_2 = 1,5$) заполнено жидкостью с показателем преломления $n = 1,6$. Найти радиус кривизны линзы R , если радиус четвертого ($m = 4$) светлого кольца в проходящем свете $r_4 = 1 \cdot 10^{-3}\text{ м}$.

- а) $R = 68\text{ см}$; б) $R = 62\text{ см}$; в) $R = 66\text{ см}$; г) $R = 68\text{ см}$.

18. Разность хода двух интерферирующих лучей монохроматического света с длиной волны $\lambda = 500\text{ нм}$ равна $\Delta = 3,75 \cdot 10^{-7}\text{ м}$. Определить разность хода фаз колебаний этих лучей.

- а) $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$; б) $\Delta\varphi = \frac{3\pi}{5}$; в) $\Delta\varphi = \frac{3\pi}{2}$; г) $\Delta\varphi = \frac{3\pi}{8}$; д) $\Delta\varphi = 0$.

19. Расстояние между пятым и двадцать пятым светлыми кольцами Ньютона равно 9 мм . Радиус кривизны линзы 15 м . Найти длину волны монохроматического света, падающего нормально на установку. Наблюдение проводится в отраженном свете.

- а) $7,1 \cdot 10^{-7}\text{ м}$; б) $6,5 \cdot 10^{-7}\text{ м}$; в) $8,4 \cdot 10^{-7}\text{ м}$; г) $4,2 \cdot 10^{-7}\text{ м}$;
д) $5 \cdot 10^{-7}\text{ м}$.

20. На мыльную пленку (показатель преломления 1,33) падает белый свет под углом 45° . При какой наименьшей толщине пленки отраженные лучи будут окрашены в желтый свет? Длина волны желтого света 600 нм.

- а) 550нм; б) 533нм; в) 625нм; г) 510нм; д) 700нм

Тестовые задачи по дифракции света

1. Радиус m зоны Френеля для сферической волны определяется выражением:

а) $\sqrt{\frac{b}{2(a+b)}}m\lambda$; б) $\sqrt{\frac{ab}{a+b}}m\lambda$; в) $\sqrt{\frac{a+b}{ab}}m\lambda$; г) $\sqrt{\frac{\pi ab}{a+b}}m\lambda$.

2. Радиусы m зоны Френеля в случае плоской волны определяются выражением:

а) $r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b}}m\lambda$; б) $r_m = \sqrt{bm\lambda}$; в) $r_m = \sqrt{m(a+b)}\frac{\lambda}{2}$.

3. Какое из приведенных выражений определяет положения главных максимумов интенсивности в дифракционной картине от дифракционной решетки?

а) $d \sin \varphi = \pm \frac{k}{N} \lambda$; б) $d \sin \varphi = \pm \left(m + \frac{k}{N} \right) \frac{\lambda}{2}$;

в) $d \sin \varphi = \pm m\lambda$; г) $d \sin \varphi = \pm (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$.

4. На круглое отверстие диаметром $d = 4$ мм падает нормально параллельный пучок лучей ($\lambda = 0,5$ мкм). Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии $r_0 = 1$ м от него. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии? Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?

а) $m = 7$, пятно темное; б) $m = 8$, пятно темное;

в) $m = 4$, пятно темное; г) $m = 5$, пятно темное.

5. Сферическая волна, распространяющаяся от точечного монохроматического источника света ($\lambda = 600$ нм), встречает на своем пути диафрагму с круглым отверстием. Определить, при каком радиусе

r отверстия центр дифракционной картины, наблюдаемой на экране, будет максимально освещенным. Считать расстояние от источника света до диафрагмы и от диафрагмы до экрана равным $a = 1$ м.

а) $r = 0,45$ мм; б) $r = 0,55$ мм; в) $r = 0,65$ мм; г) $r = 0,85$ мм.

6. На диафрагму с круглым отверстием диаметром $d = 4$ мм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 500 нм. Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии $b = 1$ м от него. Сколько зон укладывается в отверстие?

а) $n = 4$; б) $n = 6$; в) $n = 10$; г) $n = 8$.

7. На щель шириной $a = 0,05$ мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Определить угол между первоначальным направлением пучка и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

а) $\varphi = 2^\circ 45'$; б) $\varphi = 1^\circ 30'$; в) $\varphi = 3^\circ 15'$; г) $\varphi = 5^\circ 05'$.

8. Монохроматический свет ($\lambda = 0,5$ мкм) падает нормально на круглое отверстие диаметром $d = 1$ см. На каком расстоянии от отверстия должна находиться точка наблюдения, чтобы в отверстии помещалась одна зона Френеля?

а) $r_0 = 50$ м; б) $r_0 = 60$ м; в) $r_0 = 50$ м; г) $r_0 = 45$ м.

9. На щель шириной $a = 4\lambda$ падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны λ . Сколько минимумов будет наблюдаться на экране в дифракционном спектре?

а) $N = 4$; б) $N = 6$; в) $N = 10$; г) $N = 8$.

10. На щель шириной $a = 0,1$ мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определить расстояние l от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума $h = 1$ см.

а) $l = 2$ м; б) $l = 1$ м; в) $l = 4$ м; г) $l = 1,5$ м.

11. Найти постоянную дифракционной решетки d , если при наблюдении в монохроматическом свете ($\lambda = 600$ нм) максимум пя-

того порядка отклонен на угол $\varphi = 18^\circ$. Какое число штрихов N нанесено на единицу длины этой решетки?

- а) $d = 1070 \text{ нм}$, $N = 93 \text{ мм}^{-1}$; б) $d = 970 \text{ нм}$, $N = 103 \text{ мм}^{-1}$;
в) $d = 9,7 \text{ мм}$, $N = 10,3 \text{ мм}^{-1}$; г) $d = 8700 \text{ нм}$, $N = 203 \text{ мм}^{-1}$.

12. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Определить угол дифракции для линии $\lambda_1 = 550 \text{ нм}$ в четвертом порядке, если этот угол для линии $\lambda_2 = 600 \text{ нм}$ в третьем порядке составляет 30° .

- а) $\varphi_1 = 37^\circ 42'$; б) $\varphi_1 = 47^\circ 42'$; в) $\varphi_1 = 57^\circ 42'$; г) $\varphi_1 = 17^\circ 42'$.

13. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница ($\lambda_2 = 0,4 \text{ мкм}$) спектра третьего порядка?

- а) $\lambda_1 = 700 \text{ нм}$; б) $\lambda_1 = 550 \text{ нм}$; в) $\lambda_1 = 500 \text{ нм}$; г) $\lambda_1 = 600 \text{ нм}$.

14. На дифракционную решетку длиной $l = 15 \text{ мм}$, содержащую $N = 3000$ штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 570 \text{ нм}$. Определить максимально возможный порядок спектра, наблюдаемый с помощью этой решетки.

- а) $m_{\text{max}} = 8$; б) $m_{\text{max}} = 9$; в) $m_{\text{max}} = 7$; г) $m_{\text{max}} = 6$.

15. Определить расстояние между атомными плоскостями в кристалле каменной соли, если дифракционный максимум первого порядка наблюдается при падении рентгеновских лучей с длиной волны $0,147 \text{ нм}$ под углом $15^\circ 12'$ к поверхности кристалла.

- а) $d = 0,30 \text{ нм}$; б) $d = 0,28 \text{ нм}$; в) $d = 0,25 \text{ нм}$; г) $d = 0,31 \text{ нм}$.

16. При нормальном падении света на дифракционную решётку красная линия ($\lambda = 630 \text{ нм}$) в спектре второго порядка наблюдается под углом $\varphi = 11^\circ$. Определить: постоянную решетки.

- а) $d = 6,6 \text{ мкм}$; б) $d = 6,8 \text{ мкм}$; в) $d = 6,3 \text{ мкм}$; г) $d = 6,0 \text{ мкм}$.

17. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Постоянная дифракционной решетки d в 4,6 раза

больше длины световой волны λ . найти максимальное число дифракционных максимумов m , которые можно наблюдать в данном случае.

а) 8; б) 7; в) 6; г) 5; д) 4.

18. На узкую щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света. Ширина щели a в шесть раз больше длины световой волны λ . под каким углом φ будет наблюдаться третий дифракционный минимум интенсивности света?

а) 20° ; б) 30° ; в) 45° ; г) 60° ; д) 90° .

19. Что будет наблюдаться на экране, если на пути от точечного источника поставить непрозрачный диск, закрывающий большое число зон Френеля?

а) в центральной части экрана будет темное пятно, а на границе геометрической тени будет наблюдаться чередование светлых и темных колец;

б) на экране будет наблюдаться дифракционная картина в виде чередования светлых и темных колец, в центре экрана будет светлое пятнышко;

в) диск отбрасывает на экране тень в соответствии с законами геометрической оптики.

20. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры третьего и четвертого порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре третьего порядка накладывается фиолетовая граница ($\lambda_1 = 360\text{ нм}$) спектра четвертого порядка?

а) $\lambda_1 = 700\text{ нм}$; б) $\lambda_1 = 550\text{ нм}$; в) $\lambda_1 = 480\text{ нм}$; г) $\lambda_1 = 600\text{ нм}$.

Тестовые задачи по поляризации и дисперсии света

1. Угол между плоскостями поляризации двух поляроидов 70° . Как изменится интенсивность прошедшего через них света, если этот угол уменьшится в 5 раз?

а) $\frac{I_2}{I_1} = 9$; интенсивность возрастет в 9 раз;

б) $\frac{I_2}{I_1} = 8,5$; интенсивность возрастет в 8,5 раз;

в) $\frac{I_2}{I_1} = 8$; интенсивность возрастет в 8 раз;

г) $\frac{I_2}{I_1} = 7,8$; интенсивность возрастет в 7,8 раз.

2. Какой угол образуют плоскости поляризации двух николей, если свет, вышедший из второго николя, был ослаблен в 5 раз? Учтеть, что поляризатор поглощает 10, а анализатор – 8 % падающего на них света.

а) $\varphi = 45^\circ$; б) $\varphi = 46^\circ$; в) $\varphi = 48^\circ$; г) $\varphi = 50^\circ$.

3. Естественный свет интенсивностью I_0 проходит чрез два николя, плоскости пропускания которых расположены под углом 60° друг к другу. После прохождения через второй николь свет падает на зеркало и, отразившись, проходит опять через оба николя. Во сколько раз изменится интенсивность света после обратного прохождения через оба николя?

а) $\frac{I_0}{I_3} = 32$; б) $\frac{I_0}{I_3} = 30$; в) $\frac{I_0}{I_3} = 35$; г) $\frac{I_0}{I_3} = 34$.

4. Раствор сахара концентрацией $0,25 \text{ г/см}^3$ толщиной 20 см поворачивает плоскость поляризации монохроматического света на $30^\circ 20'$. Второй раствор толщиной 15 см поворачивает плоскость поляризации на 20° . Определить концентрацию сахара во втором растворе.

а) $c_2 = 0,22 \text{ г/см}^3$; б) $c_2 = 0,25 \text{ г/см}^3$; в) $c_2 = 0,20 \text{ г/см}^3$;
г) $c_2 = 0,28 \text{ г/см}^3$.

5. Определить степень поляризации P света, являющегося смесью естественного света с плоско поляризованным, если интенсивность поляризованного света и естественного равны.

а) $P = 0,6$; б) $P = 0,45$; в) $P = 0,7$; г) $P = 0,5$.

6. Степень поляризации частично поляризованного света равна 0,8. Во сколько раз отличается амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, прошедшего через по-

ляризатор, от амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности?

а) $\frac{E_{\max}}{E_{\min}} = 3$; б) $\frac{E_{\max}}{E_{\min}} = 3,5$; в) $\frac{E_{\max}}{E_{\min}} = 4$; г) $\frac{E_{\max}}{E_{\min}} = 4,5$.

7. Анализатор в два раза уменьшает интенсивность света, проходящего к нему от поляризатора. Определить угол φ между главными плоскостями поляризатора и анализатора.

а) 0° ; б) 30° ; в) 45° ; г) 60° .

8. Угол между главными осями поляризатора и анализатора равен $\varphi_1 = 45^\circ$. Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до $\varphi_2 = 60^\circ$.

а) в 2 раза; б) в 3 раза; в) в 4 раза; г) в 6 раз.

9. Определить минимальную толщину пластинки исландского шпата, вырезанной параллельно оптической оси, чтобы падающий на нее нормально плоско поляризованный свет с длиной волны 527 нм выходил циркулярно поляризованным. Показатели преломления для необыкновенного и обыкновенного лучей $n_e = 1,489$, $n_o = 1,664$.

а) $d_{\min} = 0,755$ мкм; б) $d_{\min} = 0,753$ мкм; в) $d_{\min} = 0,758$ мкм;
г) $d_{\min} = 0,750$ мкм.

10. Степень поляризации P частично поляризованного света равна 0,5. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света I_{\max} , пропускаемого через поляризатор, от минимальной I_{\min} .

а) 1,5; б) 2; в) 3; г) 4.

11. Закону поставьте в соответствие математическое выражение.

Закон	Математическое выражение
а) закон полного внутреннего отражения	1) $tg\theta = n_{21}$
б) закон Брюстера	2) $2d \sin \theta = \pm m\lambda$
в) закон Малюса	3) $\sin \theta = n_{21}$
г) формула Брэгга-Вульфа	4) $I = I_0 \cos^2 \varphi$

12. Естественный свет падает на поверхность стекла под углом Брюстера. Чему равна степень поляризации отраженных лучей?

а) 0; б) 0,25; в) 0,5; г) 1.

13. Угол Брюстера при падении света из воздуха на некоторое вещество равен $\varphi_B = 60^\circ$. Определить скорость света в этом веществе.

а) $3\sqrt{3} \cdot 10^8$ м/с; б) $2\sqrt{3} \cdot 10^8$ м/с; в) $\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10^8$ м/с; г) $\sqrt{3} \cdot 10^8$ м/с.

14. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор уменьшается в четыре раза.

а) 30° ; б) 45° ; в) 50° ; г) 60° .

15. Степень поляризации P частично поляризованного света равна 0,5. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света, пропускаемого через анализатор, от минимальной.

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

16. Естественный свет проходит последовательно через два совершенных поляризатора, плоскости колебания которых образуют угол $\varphi = \frac{\pi}{3}$. Во сколько раз уменьшится интенсивность света, по выходе из второго поляризатора?

а) 1,3 раза; б) 2 раза; в) 4 раза; г) 8 раза.

17. Установите соответствие между физическим явлением и его математическим выражением.

Явление	Математическое выражение
а) искусственное двойное лучепреломление	1) $\varphi = VtH$
б) эффект Керра	2) $n_o - n_t = k\sigma$
в) естественное вращение плоскости поляризации	3) $\delta = 2\pi BIE^2$
г) магнитное вращение плоскости поля (эффект Фарадея)	4) $\varphi = [\alpha]cI$.

18. Определить степень поляризации отражённых лучей при падении естественного света на стекло ($n = 1,5$).

а) 12%; б) 60%; в) 84%; г) 25%.

19. Определить степень поляризации преломлённых лучей при падении естественного света на стекло ($n = 1,5$).

а) 3,12%; б) 8,21%; в) 4,22%; г) 10,55%.

20. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор уменьшается в 2 раза.

а) 60° ; б) 30° ; в) 0° ; г) 90° .

21. Степень поляризации P частично поляризованного света равна 0,33. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света, пропускаемого через анализатор, от минимальной.

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

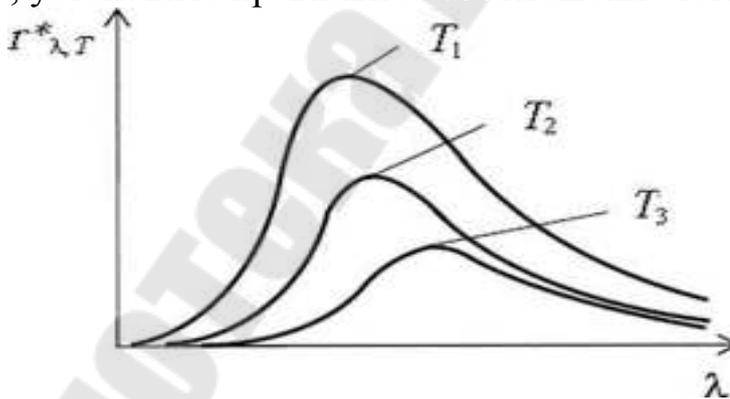
Тестовые задачи по тепловому излучению

1. Какие из приведенных выражений описывают законы Вина?

а) $\lambda_m = \frac{b}{T}$; б) $R_T = \int_0^\infty r_{\lambda T} d\lambda$; в) $(r_{\lambda T}^*)_{\max} = CT^5$; г) $R^* = \frac{c}{4} u$;

д) $r_\lambda = r_\omega \frac{\omega^2}{2\pi c}$.

2. Для изотерм абсолютно черного тела, представленных на рисунке, установите правильное соотношение температур.



а) $T_1 > T_2 > T_3$; б) $T_1 < T_2 < T_3$; в) $T_1 = T_2 = T_3$.

3. Во сколько раз увеличится поток излучения абсолютно черного тела, если его температура увеличится с 400 К до 800 К.

а) в 4 раза; б) в 8 раз; в) в 16 раз; г) в 32 раза.

4. Температура внутренней поверхности электрической печи $T = 700^{\circ}\text{C}$. Определите мощность излучения печи через небольшое отверстие диаметром $d = 5\text{ см}$, рассматривая его как излучение абсолютно черного тела.

а) $N = 85,6\text{ Вт}$; б) $N = 99,7\text{ Вт}$; в) $N = 121\text{ Вт}$; г) $N = 94,2\text{ Вт}$.

5. Мощность излучения расплавленного свинца, площадь поверхности которого $S = 40\text{ см}^2$, при температуре плавления $T_{пл.} = 327^{\circ}\text{C}$, равна $N = 17,6\text{ Вт}$. Найти отношение энергетических светимостей свинца и абсолютно черного тела для данной температуры.

а) $A_T = 0,2$; б) $A_T = 0,6$; в) $A_T = 0,3$; г) $A_T = 0,8$.

6. Пренебрегая потерями тепла, подсчитать мощность электрического тока, необходимую для накаливания вольфрамовой нити диаметром 1 мм и длиной 20 см до температуры 3500 К . Коэффициент черноты вольфрама для данной температуры $A_T = 0,35$.

а) $N = 2560\text{ Вт}$; б) $N = 1240\text{ Вт}$; в) $N = 2125\text{ Вт}$;
г) $N = 1870\text{ Вт}$.

7. Температура черного тела $T_2 = 3000\text{ К}$. При остывании тела длина волны, соответствующая максимальному значению спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\Delta\lambda = 8\text{ мкм}$. Определить температуру T_2 , до которой тело охладилось.

а) $T = 264\text{ К}$; б) $T = 323\text{ К}$; в) $T = 679\text{ К}$; г) $T = 1873\text{ К}$.

8. Принимая Солнце за абсолютно черное тело, и учитывая, что максимальное значение его плотности энергетической светимости приходится на длину волны $\lambda_{\max} = 500\text{ нм}$ определить массу, теряемую Солнцем за 10 мин за счет излучения.

а) $\Delta m = 2,6 \cdot 10^{12}\text{ кг}$; б) $\Delta m = 3,26 \cdot 10^{12}\text{ кг}$;
в) $\Delta m = 4,2 \cdot 10^{12}\text{ кг}$; г) $\Delta m = 1,6 \cdot 10^{12}\text{ кг}$.

9. Исследование спектра излучения Солнца показывает, что максимум спектральной плотности энергетической светимости соответствует длине волны 5000 \AA . Принимая Солнце за абсолютно черное тело, определить энергетическую светимость Солнца.

а) $R_9 = 32 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$; б) $R_9 = 64 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$; в) $R_9 = 89 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$; г) $R_9 = 72 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$.

10. В результате охлаждения черного тела длина волны, отвечающая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, сместилась с $\lambda_{1\max} = 0,8\text{ мкм}$ до $\lambda_{2\max} = 2,4\text{ мкм}$. Определить, во сколько раз изменится энергетическая светимость тела.

- а) уменьшится в 9 раз; б) уменьшится в 81 раз;
в) уменьшится в 181 раз; г) увеличится в 81 раз.

11. Металлическая деталь имеет температуру $T = 500\text{ К}$. Какую энергию излучает деталь за $t = 1\text{ с}$, если площадь ее поверхности равна $S = 100\text{ см}^2$?

- а) 20 Дж; б) 35 Дж; в) 90 Дж; г) 140 Дж.

12. Определить количество теплоты, теряемой 50 см^2 поверхности расплавленной платины ($T_{\text{плавл.}} = 1770\text{ }^\circ\text{C}$) за 1 мин, если поглощательная способность платины $A_T = 0,8$.

- а) $Q = 137\text{ кДж}$; б) $Q = 357\text{ кДж}$; в) $Q = 284\text{ кДж}$; г) $Q = 237\text{ кДж}$.

13. Найти солнечную постоянную K , т.е. количество лучистой энергии, посылаемой Солнцем в единицу времени через единичную площадку, перпендикулярную к солнечным лучам и находящуюся на таком же расстоянии от него, как и Земля. Температура поверхности Солнца $T = 5800\text{ К}$. Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела.

- а) $K = 0,5 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$; б) $K = 1,62 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$; в) $K = 1,38 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$;
г) $K = 3,21 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$.

14. Найти температуру T печи, если известно, что излучение из отверстия площадью $S = 6,1\text{ см}^2$ имеет мощность $P = 34,6\text{ Вт}$. Излучение считать близким к излучению абсолютно чёрного тела.

- а) $T = 300\text{ К}$; б) $T = 500\text{ К}$; в) $T = 1000\text{ К}$; г) $T = 1500\text{ К}$.

15. Какую мощность излучения имеет Солнце? Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно чёрного тела. Температура поверхности Солнца $T = 5800\text{ К}$.

- а) $N = 2,6 \cdot 10^{26} \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$; б) $N = 3,9 \cdot 10^{26} \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$; в) $N = 5,6 \cdot 10^{26} \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$;
г) $N = 6,6 \cdot 10^{26} \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$.

16. Какую энергетическую светимость имеет затвердевший свинец ($T_{\text{плавл.}} = 327^\circ\text{C}$)? Отношение энергетических светимостей свинца и абсолютно чёрного тела для данной температуры $\alpha = 0.6$.

- а) $N = 2,6 \text{кВт/м}^2$; б) $N = 4,4 \text{кВт/м}^2$; в) $N = 6,6 \text{кВт/м}^2$;
г) $N = 3,2 \text{кВт/м}^2$.

17. Мощность излучения абсолютно чёрного тела составляет 34кВт. Найти температуру T этого тела, если известно, что его поверхность $S = 0.6 \text{м}^2$.

- а) $T=1000\text{К}$; б) $T=2000\text{К}$; в) $T=500\text{К}$; г) $T=1500\text{К}$.

18. Температура вольфрамовой спирали в 25 – ваттной лампочке $T = 2450\text{К}$. Отношение её энергетической светимости к энергетической светимости абсолютно чёрного тела для данной температуры $\alpha = 0.3$. Определить площадь S излучающей поверхности спирали.

- а) $S=0,4 \text{см}^2$; б) $S=0,8 \text{см}^2$; в) $S=0,3 \text{см}^2$; г) $S=0,2 \text{см}^2$.

19. Найти температуру T тела, при которой излучательность R_e абсолютно чёрного тела равна $R_e = 10,0 \text{кВт/м}^2$.

- а) $T=532\text{К}$; б) $T=648\text{К}$; в) $T=322\text{К}$; г) $T=940\text{К}$.

20 Поток энергии излучаемой из смотрового отверстия печи $P = 34 \text{Вт}$. Определить температуру печи, если площадь отверстия $S=6 \text{см}^2$.

- а) $T = 1100\text{К}$; б) $T = 1200\text{К}$; в) $T = 800\text{К}$; г) $T = 1000\text{К}$.

Тестовые задачи по квантово-оптическим явлениям

1. Работа выхода электрона зависит от:

- 1) природы металла; 2) состояния поверхности металла;
3) частоты падающего света; 4) интенсивности падающего света.
а) 1; б) 2; в) 1, 2; г) 4; д) 3; е) 1, 2, 3, 4.

2. Максимальная кинетическая энергия вырываемых с поверхности металла фотоэлектронов пропорциональна:

- 1) интенсивности света; 2) плотности светового потока энергии;
 3) напряжению между катодом и анодом; 4) частоте света.
 а) 1; б) 2; в) 2,3; г) 4; д) 3,4.

3. Какое из приведенных ниже уравнений описывает эффект Комптона?

а) $n\hbar\omega = A + \frac{m_e v^2}{2}$; б) $\lambda_0 = \frac{2\pi\hbar c}{A}$; в) $\Delta\lambda = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\theta}{2}$; г) $\frac{2\pi\hbar}{m_e c}$.

4. Установите соответствие между физическим явлением и его математическим выражением.

Явление	Математическое выражение
а) фотоэффект	1) $\lambda_0 = \frac{2\pi\hbar c}{A}$;
б) рентгеновское характеристическое излучение	2) $\lambda' - \lambda = \frac{2\pi\hbar}{m_e c} (1 - \cos \theta)$;
в) эффект Комптона	3) $p = \frac{W}{c} (1 + \rho)$;
г) красная граница фотоэффекта	4) $\hbar\omega = A + \frac{mv^2}{2}$;
д) давление света	5) $\omega = R(Z - \sigma)^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$.

5. Красная граница фотоэффекта для металла $\lambda_k = 6,2 \cdot 10^{-5}$ см. Найти величину запирающего напряжения U_3 для фотоэлектронов при освещении металла светом длиной волны $\lambda = 330$ нм.

а) $U_3 = 1,761$ В; б) $U_3 = 2,761$ В; в) $U_3 = 1,231$ В; г) $U_3 = 0,621$ В.

6. Красная граница фотоэффекта для никеля равна $0,257$ мкм. Найти длину волны света, падающего на никелевый электрод, если фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов, равной $1,5$ В.

а) $\lambda = 0,394$ мкм; б) $\lambda = 0,196$ мкм; в) $\lambda = 0,124$ мкм;
 г) $\lambda = 0,684$ мкм.

7. Какую часть энергии фотона составляет энергия, которая пошла на совершение работы выхода электронов из фотокатода, если

красная граница для материала фотокатода равна 0,54 мкм? Кинетическая энергия фотоэлектронов 0,5 эВ.

а) $\frac{A_e}{\varepsilon} = 100\%$; б) $\frac{A_e}{\varepsilon} = 82\%$; в) $\frac{A_e}{\varepsilon} = 41\%$; г) $\frac{A_e}{\varepsilon} = 20,5\%$.

8. Определить максимальную скорость электрона, вырванного с поверхности материала γ -квантом с энергией 1,53 МэВ.

а) $v = 5,6 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; б) $v = 1,4 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; в) $v = 2,8 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$;

г) $v = 0,7 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

9. Определить, с какой скоростью v должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия E_k была равна энергии ε фотона с длиной волны $\lambda = 1$ пм.

а) $v = 1,47 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; б) $v = 5,67 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; в) $v = 2,87 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$;

г) $v = 8,21 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

10. Определить длину волны λ фотона, импульс P которого в два раза меньше импульса P_e электрона, движущегося со скоростью 0,1 Мм/с.

а) $\lambda = 29,0$ нм; б) $\lambda = 7,5$ нм; в) $\lambda = 10,0$ нм; г) $\lambda = 14,5$ нм.

6.11. На зачерненную поверхность нормально падает монохроматический свет с длиной волны 0,65 мкм, производя давление $55 \cdot 10^{-6}$ Па. Определить число фотонов, падающих на 1 м^2 в 1 с.

а) $N = 9,6 \cdot 10^{21} \text{ с}^{-1} \text{ м}^{-2}$; б) $N = 4,8 \cdot 10^{21} \text{ с}^{-1} \text{ м}^{-2}$;

в) $N = 2,4 \cdot 10^{21} \text{ с}^{-1} \text{ м}^{-2}$; г) $N = 4,0 \cdot 10^{21} \text{ с}^{-1} \text{ м}^{-2}$.

12. На идеально отражающую поверхность площадью $S = 5 \text{ см}^2$ за время $t = 3$ мин нормально падает монохроматический свет, энергия которого $W = 9$ Дж. Определить световое давление, оказываемое на поверхность.

а) $P = 467$ нПа; б) $P = 867$ нПа; в) $P = 667$ нПа; г) $P = 589$ нПа.

13. Световое давление, испытываемое зеркальной поверхностью площадью 1 м^2 , равно 10^{-6} Па. Найти длину волны света, если на поверхность каждую секунду падает $5 \cdot 10^{16}$ фотонов.

- а) $\lambda = 6,63 \cdot 10^{-4}$ м; б) $\lambda = 6,63 \cdot 10^{-7}$ м; в) $\lambda = 4,63 \cdot 10^{-7}$ м;
г) $\lambda = 3,36 \cdot 10^{-5}$ м.

14. Давление монохроматического света с длиной волны $\lambda = 500$ нм на поверхность с коэффициентом отражения $\rho = 0,3$, расположенную перпендикулярно к падающему свету, равно $0,2$ мкПа. Определить число фотонов, поглощаемых каждую секунду 1 м^2 этой поверхности.

- а) $N = 8,12 \cdot 10^{12}$; б) $N = 4,06 \cdot 10^{19}$; в) $N = 2,26 \cdot 10^{19}$;
г) $N = 7,98 \cdot 10^{15}$.

15. Угол рассеяния фотона с энергией $1,2$ МэВ на свободном электроном 60° . Найти длину волны рассеянного фотона.

- а) $\lambda' = 2,25 \cdot 10^{-9}$ м; б) $\lambda' = 2,25 \cdot 10^{-12}$ м;
в) $\lambda' = 1,25 \cdot 10^{-12}$ м; г) $\lambda' = 4,5 \cdot 10^{-12}$ м.

16. В результате эффекта Комптона фотон рассеялся на покоившемся свободном электроном на угол $\theta = 90^\circ$. Энергия рассеянного фотона $\varepsilon' = 400$ кэВ. Определить: 1) энергию фотона до рассеяния; 2) кинетическую энергию E_K электрона отдачи.

- а) $\varepsilon = 374$ кэВ, $E_K = 158$ кэВ; б) $\varepsilon = 400$ кэВ, $E_K = 178$ кэВ;
в) $\varepsilon = 300$ кэВ, $E_K = 127$ кэВ; г) $\varepsilon = 158$ кэВ, $E_K = 374$ кэВ.

17. Фотон с энергией $\varepsilon = 0,23$ МэВ рассеялся на первоначально покоившемся свободном электроном. Определить кинетическую энергию электрона отдачи, если длина волны рассеянного фотона изменилась на 15% .

- а) $E_K = 15$ кэВ; б) $E_K = 30$ кэВ; в) $E_K = 45$ кэВ; г) $E_K = 60$ кэВ.

18. При фиксированной частоте излучения величина фототока насыщения пропорциональна

- 1) интенсивности света; 2) плотности светового потока;
3) разности потенциалов между катодом и анодом;
4) работе выхода электрона.

а) 1; б) 2; в) 2,3; г)3; д)3,4.

19. Установите соответствие между физической величиной и ее формулой.

Физическая величина	Определение
а) масса фотона	1) $\frac{2\pi\hbar}{m_e c}$;
б) импульс фотона	2) $\hbar\omega$
в) энергия фотона	3) $\frac{h\nu}{c^2}$
г) комптоновская длина волны	4) $\frac{h\nu}{c}$

20. Определить, во сколько раз максимальная кинетическая энергия электронов, вырываемых с поверхности цинка ($A_{\text{вых.}} = 4$ эВ) монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 220$ нм, превосходит среднюю энергию теплового движения электронов при температуре 27°C .

а) $\frac{E_{k \max}}{\langle \varepsilon \rangle} = 21,25$; б) $\frac{E_{k \max}}{\langle \varepsilon \rangle} = 83$; в) $\frac{E_{k \max}}{\langle \varepsilon \rangle} = 42,5$; г) $\frac{E_{k \max}}{\langle \varepsilon \rangle} = 52,5$.

Тестовые задачи по атомной физике

1. Квантовым числам поставьте в соответствие значения, которые они принимают

Квантовое число	Значение
а) главное квантовое число, n	1) $0, 1, 2, \dots, n-1$
б) орбитальное квантовое число, l	2) $-l, \dots, 0, \dots, l$
в) магнитное квантовое число, m_j	3) $-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$
г) спиновое квантовое число, m_s	4) $1, 2, 3,$

2. Максимальное число электронов в состоянии с $n = 4$ равно

а) 8; б) 18; в) 32; г) 50.

3. При переходе электронов в атомах водорода с 4-ой орбиты на 2-ую излучаются фотоны с энергией $4,04 \cdot 10^{-19}$ Дж. Чему равна длина волны излучения?

а) 490 нм; б) 600 нм; в) 740 нм; г) 880 нм.

4. Электрон находится на третьей боровской орбите атома водорода. Определить: 1) радиус этой орбиты; 2) скорость электрона на этой орбите; 3) частоту вращения электрона на этой орбите.

а) $r_3 = 476,1 \cdot 10^{-12} \text{ м}; v_3 = 0,731 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \nu = 2,42 \cdot 10^{14} \text{ Гц};$

б) $r_3 = 376,1 \cdot 10^{-12} \text{ м}; v_3 = 0,531 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \nu = 2,12 \cdot 10^{14} \text{ Гц};$

в) $r_3 = 861,2 \cdot 10^{-12} \text{ м}; v_3 = 1,12 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \nu = 4,42 \cdot 10^{14} \text{ Гц};$

г) $r_3 = 781,1 \cdot 10^{-12} \text{ м}; v_3 = 0,931 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \nu = 3,42 \cdot 10^{14} \text{ Гц}.$

5. Вычислить скорость электрона на первой орбите атома водорода.

а) $v = 1,47 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}};$ б) $v = 2,18 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}};$ в) $v = 2,87 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}};$

г) $v = 3,51 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

6. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

а) $\varepsilon = 15,3 \text{ эВ};$ б) $\varepsilon = 12,1 \text{ эВ}$ в) $\varepsilon = 14,2 \text{ эВ};$ г) $\varepsilon = 13,6 \text{ эВ}.$

7. Определить частоту света, излучаемого возбужденным атомом водорода при переходе электрона на второй энергетический уровень, если радиус орбиты электрона изменится в 9 раз.

а) $\nu = 7,31 \cdot 10^7 \text{ Гц};$ б) $\nu = 4,31 \cdot 10^{14} \text{ Гц};$ в) $\nu = 9,31 \cdot 10^{14} \text{ Гц};$

г) $\nu = 7,31 \cdot 10^{14} \text{ Гц}.$

8. Атом водорода испустил фотон с длиной волны $4,86 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$ Насколько изменилась энергия электрона в атоме?

а) $\Delta E = 1,28 \text{ эВ};$ б) $\Delta E = 2,56 \text{ эВ};$ в) $\Delta E = 5,12 \text{ эВ};$ г) $\Delta E = 10,24 \text{ эВ}.$

9. Определить длину волны спектральной линии, соответствующей переходу электрона в атоме водорода с шестой орбиты на вторую

- а) $\lambda = 4,1 \cdot 10^{-3}$ м; б) $\lambda = 4,1 \cdot 10^{-7}$ м; в) $\lambda = 2,05 \cdot 10^{-7}$ м;
г) $\lambda = 4,1 \cdot 10^7$ м.

10. Найти длину волны λ фотона, соответствующую переходу электрона со второй орбиты на первую для двукратного ионизированного атома лития.

- а) $\lambda = 13,5$ нм; б) $\lambda = 27$ нм; в) $\lambda = 16$ нм; г) $\lambda = 4,5$ нм.

11. Атом водорода поглотил фотон с длиной волны $\lambda = 490$ нм. На сколько увеличилась энергия атома водорода?

- а) $0,14 \cdot 10^{-19}$ Дж; б) $0,48 \cdot 10^{-19}$ Дж; в) $1,05 \cdot 10^{-19}$ Дж; г) $4,04 \cdot 10^{-19}$ Дж.

12. Найти наибольшую длину волны в ультрафиолетовой области спектра атомарного водорода.

- а) $\lambda_{\max} = 121$ мкм; б) $\lambda_{\max} = 121$ нм; в) $\lambda_{\max} = 242$ нм;
г) $\lambda_{\max} = 51$ мкм.

13. Чему равен момент импульса орбитального движения электрона, находящегося в атоме в основном состоянии?

- а) 0; б) \hbar ; в) $\hbar\sqrt{2}$; г) $\hbar\sqrt{3}$.

14. Утверждение: «в любом квантовом состоянии может находиться не более одного электрона» получило название:

- а) принципа неопределенности; б) принципа Паули;
в) принципа суперпозиции; г) принципа минимума энергии.

15. Электрон в атоме водорода переходит с энергетического уровня с энергией E_m на уровень с энергией E_n . Если $E_m < E_n$ то при этом:

- а) излучается фотон с энергией $E_m - E_n$ б) излучается фотон с энергией $E_n - E_m$
в) поглощается фотон с энергией $E_m - E_n$; г) поглощается фотон с энергией $E_n - E_m$

16. Электрон в атоме водорода перешел с четвертого уровня на второй. Определить энергию испущенного при фотона.

а) 2,05 эВ; б) 2,55 эВ; в) 3,85 эВ; г) 5,25 эВ.

17. Определить энергию фотона, соответствующую второй линии в серии Лаймана атома водорода.

а) 2,15 эВ; б) 7,55 эВ; в) 10,5 эВ; г) 13,09 эВ.

18. Определить частоту обращения электрона на 2-ой орбите атома водорода. Первый боровский радиус равен $r_1 = 0,053$ нм.

а) $4,22 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$; б) $6,59 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$; в) $8,19 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$; г) $10,2 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$.

19. Определить потенциал ионизации φ_i и первый потенциал возбуждения φ_1 атома водорода.

а) $\varphi_i = 27,2 \text{ эВ}$, $\varphi_1 = 10,2 \text{ эВ}$; б) $\varphi_i = 13,6 \text{ эВ}$, $\varphi_1 = 20,4 \text{ эВ}$;

в) $\varphi_i = 27,2 \text{ эВ}$, $\varphi_1 = 13,6 \text{ эВ}$; г) $\varphi_i = 10,2 \text{ эВ}$, $\varphi_1 = 13,6 \text{ эВ}$.

20. Максимально возможная проекция момента импульса орбитального движения электрона, находящегося в атоме в l -состоянии, на направление внешнего магнитного поля равна

а) \hbar ; б) $\hbar\sqrt{6}$; в) $2\hbar$; г) 0.

Тестовые задачи по физике атомного ядра

1. Какое из приведенных утверждений является ошибочным?

а) ядерные силы являются короткодействующими;

б) ядерные силы являются центральными;

в) ядерные силы обладают свойством насыщения;

г) ядерные силы обладают зарядовой независимостью;

д) ядерные силы зависят от взаимной ориентации спинов.

2. Дефектом массы ядра называется величина:

а) $Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{я}}$; б) $c^2[Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{я}}]$;

в) $Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{я}}$; г) $\frac{c^2[Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{я}}]}{A}$.

3. Закон радиоактивного распада записывается в виде:

а) $\Delta N = N_0[1 - \exp(-\lambda t)]$; б) $N = N_0 \exp(-\lambda t)$;

в) $N = N_0 \exp(-\sigma n \delta)$; г) $\Delta N = N \sigma n \delta$.

4. Число атомов, содержащихся в радиоактивном изотопе, определяется выражением

а) $\Delta N \approx \lambda N \Delta t$; б) $\Delta N = N \sigma n \delta$. в) $N = N_0 \exp(-\lambda t)$; г) $N = \frac{m}{M} N_A$.

5. Сколько электронов содержится в ядре хлора ${}_{17}\text{Cl}^{35}$?

а) 35; б) 18; в) 17; г) 0.

6. При бомбардировке α -частицами ядер алюминия ${}_{13}\text{Al}^{27}$ образуется ядро неизвестного элемента X и ${}_0\text{n}^1$. Этим элементом является

а) ${}_{10}\text{B}^{20}$; б) ${}_{11}\text{Na}^{23}$; в) ${}_{15}\text{P}^{30}$; г) ${}_{14}\text{Si}^{32}$.

7. Ядро радия ${}_{88}\text{Ra}^{226}$ претерпевает α -распад. Какое ядро образуется в результате радиоактивного распада?

а) ${}_{84}\text{Po}^{209}$; б) ${}_{86}\text{Rn}^{222}$; в) ${}_{90}\text{Th}^{232}$; г) ${}_{92}\text{U}^{235}$.

8. Сколько протонов содержится в ядре бария ${}_{56}\text{Ba}^{137}$?

а) 56; б) 81; в) 137; г) 193.

9. Укажите, какая частица образуется в результате реакции ${}^2_2\text{He}^4 + {}^3_3\text{Li}^7 = {}^5_5\text{B}^{10} + X$.

а) электрон; б) нейтрон; в) протон; г) дейтон.

10. Вычислить дефект массы и энергию связи ядра бора ${}^{11}_5\text{B}$ при распаде на свободные нуклоны.

а) $\Delta m = 0,818$ а.е.м; $\Delta E = 7,625$ МэВ;

б) $\Delta m = 0,008186$ а.е.м; $\Delta E = 762,5$ МэВ;

в) $\Delta m = 12$ а.е.м; $\Delta E = 17$ МэВ;

г) $\Delta m = 0,08186$ а.е.м; $\Delta E = 76,25$ МэВ.

11. Определить период полураспада радиоактивного изотопа, если $\frac{5}{8}$ начального количества его ядер распалось за время $t = 849$ с.

а) $T_{1/2} = 2$ мин; б) $T_{1/2} = 5$ мин; в) $T_{1/2} = 10$ мин; г) $T_{1/2} = 15$ мин.

12. В какой элемент превращается ${}^{238}_{92}\text{U}$ после трех α -распадов и двух β -распадов?

а) $X = {}_{87}^{222}\text{Rn}$; б) $X = {}_{88}^{226}\text{Ra}$; в) $X = {}_{84}^{210}\text{Po}$; г) $X = {}_{82}^{207}\text{Pb}$.

13. Вычислить энергию ядерной реакции
 ${}^2_1\text{H} + {}^7_3\text{Li} \rightarrow 2 \cdot {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$.

а) $E = 30,4 \text{ МэВ}$; б) $E = 15,2 \text{ МэВ}$; в) $E = 7,2 \text{ МэВ}$;

г) $E = 10,2 \text{ МэВ}$.

14. Какое количество энергии освобождается при соединении одного протона и двух нейтронов в одно ядро?

а) $E = 2 \text{ МэВ}$; б) $E = 4 \text{ МэВ}$; в) $E = 8 \text{ МэВ}$; г) $E = 16 \text{ МэВ}$.

15. Первоначальная масса радиоактивного изотопа радона ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ ($T_{0,5} = 3,82$ суток) $m = 1,5$ г. Определить: 1) начальную активность изотопа; 2) его активность через 5 суток

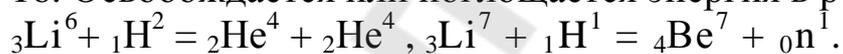
а) $A_0 = 8,5 \cdot 10^{-15}$ Бк; $A = 3,5 \cdot 10^{-15}$ Бк;

б) $A_0 = 8,5 \cdot 10^{15}$ Бк; $A = 3,5 \cdot 10^{15}$ Бк;

в) $A_0 = 3,5 \cdot 10^{15}$ Бк; $A = 8,5 \cdot 10^{15}$ Бк;

г) $A_0 = 8,5 \cdot 10^{15}$ Бк; $A = 8,5 \cdot 10^{15}$ Бк.

16. Освобождается или поглощается энергия в реакциях?



а) освобождается, освобождается; б) освобождается, поглощается;

в) поглощается, освобождается; г) поглощается, поглощается.

17. Найти энергию связи ядер урана ${}_{92}^{235}\text{U}$ и ${}_{92}^{238}\text{U}$. Какое из этих ядер более устойчиво?

а) $\Delta E_{св1} = 1799 \text{ МэВ}$, $\Delta E_{св2} = 1786 \text{ МэВ}$;

б) $\Delta E_{св1} = 178,6 \text{ МэВ}$, $\Delta E_{св2} = 179,9 \text{ МэВ}$;

в) $\Delta E_{св1} = 1786 \text{ МэВ}$, $\Delta E_{св2} = 1799 \text{ МэВ}$;

г) $\Delta E_{св1} = 1587 \text{ МэВ}$, $\Delta E_{св2} = 1601 \text{ МэВ}$.

18. Ядро атома бора ${}^{10}_5\text{B}$ может захватывать нейтрон. В результате этого происходит расщепление ядра атома бора на ядра лития и гелия. Определить энергию, освобождающуюся при этой реакции.

- а) $\Delta E = 0,217$ МэВ; б) $\Delta E = 2,17$ МэВ; в) $\Delta E = 21,7$ МэВ;
г) $\Delta E = 217$ МэВ.

19. При измерении периода полураспада короткоживущего радиоактивного вещества использован счетчик импульсов. В течение 1 мин было насчитано 250 импульсов, а спустя 1 ч после начала первого измерения 92 импульса в минуту. Определить постоянную радиоактивного распада и период полураспада.

- а) $\lambda = 1\text{ч}^{-1}$; $T_{1/2} = 41,6$ мин; б) $\lambda = 41,6\text{ч}^{-1}$; $T_{1/2} = 1,0$ мин;
в) $\lambda = 2\text{ч}^{-1}$; $T_{1/2} = 51,6$ мин; г) $\lambda = 0,5\text{ч}^{-1}$; $T_{1/2} = 21,6$ мин.

20. В результате соударения дейтерия с ядром бериллия ${}^9_4\text{Be}$ образовались новое ядро и нейтрон. Определить порядковый номер и массовое число образовавшегося ядра, определить энергетический выход реакции.

- а) $Z = 5$; $A = 10$; $\Delta E = 4,84$ МэВ; б) $Z = 10$; $A = 5$; $\Delta E = 4,84$ МэВ;
в) $Z = 4,84$; $A = 5$; $\Delta E = 10,0$ МэВ; г) $Z = 25$; $A = 15$; $\Delta E = 5,0$ МэВ.

Приложение

1. Основные физические постоянные:

скорость света в вакууме – $c = 3,00 \cdot 10^8$ м/с

ускорение свободного падения – $g = 9,81$ м/с²

гравитационная постоянная – $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Нм²/кг²

постоянная Авогадро – $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹

газовая постоянная – $R = 8,31$ Дж/моль·К

постоянная Больцмана – $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К

элементарный заряд – $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл;

масса протона – $m_p = 1,6 \cdot 10^{-27}$ кг;

масса электрона – $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг;

удельный заряд электрона – $e/m = 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг;

электрическая постоянная – $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м;

магнитная постоянная – $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м;

постоянная Ридберга – $R = 1,10 \cdot 10^7$ м⁻¹

скорость света в вакууме – $c = 3,00 \cdot 10^8$ м/с

число Авогадро – $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹

заряд электрона – $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл

постоянная Планка – $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

постоянная Стефана-Больцмана – $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴)

постоянная в законе Вина – $b = 2,89 \cdot 10^{-3}$ м·К

радиус первой боровской орбиты – $a_o = 5,29 \cdot 10^{-11}$ м

атомная единица массы – $1\text{а.е.м.} = 1,660 \cdot 10^{-27}$ кг

2. Диэлектрическая проницаемость

Вода – 81;

Парафин – 2,0;

Слюда – 6,0;

Стекло – 7,0;

Фарфор – 5,0;

Масло трансформаторное – 2,2;

Эбонит – 6,0.

3. Работа выхода электронов из металла

МЕТАЛЛ	A , Дж	A , эВ
Калий	$3,5 \cdot 10^{-19}$	2,2
Литий	$3,7 \cdot 10^{-19}$	2,3
Платина	$10 \cdot 10^{-19}$	6,3
Рубидий	$3,4 \cdot 10^{-19}$	2,1
Серебро	$7,5 \cdot 10^{-19}$	4,7
Цезий	$3,2 \cdot 10^{-19}$	2,0
Цинк	$6,4 \cdot 10^{-19}$	4,0

4. Относительные атомные массы (округленные значения) A_r и порядковые номера Z некоторых элементов.

Элемент	Символ	A_r	Z	Элемент	Символ	A_r	Z
Азот	N	14	7	Марганец	Mn	55	25
Алюминий	Al	27	13	Медь	Cu	64	29
Аргон	Ar	40	18	Молибден	Mo	96	42
Барий	Ba	137	56	Натрий	Na	23	11
Ванадий	V	60	23	Неон	Ne	20	10
Водород	H	1	1	Никель	Ni	59	28
Вольфрам	W	184	74	Олово	Sn	119	50
Гелий	He	4	2	Платина	Pt	195	78
Железо	Fe	56	26	Ртуть	Hg	201	80
Золото	Au	197	79	Сера	S	32	16
Калий	K	39	19	Серебро	Ag	108	47
Кальций	Ca	40	20	Углерод	C	12	6
Кислород	O	16	8	Уран	U	238	92
Магний	Mg	24	12	Хлор	Cl	35	17

5. Массы атомов легких изотопов

Изотоп	Символ	Масса, а.е.м.	Изотоп	Символ	Масса, а.е.м.
Нейтрон	1_0n	1,00867	Бериллий	7_4Be	7,01693
Азот	${}^{14}_7N$	14,00307		9_4Be	9,01219
Водород	1_1H	1,00783	Бор	${}^{10}_5B$	10,01294
	2_1H	2,01410		${}^{11}_5B$	11,00930
	3_1H	3,01605	Углерод	${}^{14}_6C$	12,00000
Гелий	3_2He	3,01603		${}^{13}_6C$	13,00335
	4_2He	4,00260		${}^{14}_6C$	14,00324
Литий	6_3Li	6,01513	Кислород	${}^{16}_8O$	15,99491
	7_3Li	7,01601		${}^{17}_8O$	16,99913

6. Периоды полураспада радиоактивных изотопов

Изотоп	Символ	Период полураспада
Актиний	${}^{225}_{89}Ac$	10 суток
Иод	${}^{131}_{53}I$	8 суток
Кобальт	${}^{60}_{27}Co$	5,3 года
Магний	${}^{27}_{12}Mg$	10 минут
Радий	${}^{226}_{86}Ra$	1620 лет
Радон	${}^{222}_{86}Rn$	3,8 суток
Стронций	${}^{90}_{38}Sr$	27 лет
Фосфор	${}^{32}_{15}P$	14,3 суток
Церий	${}^{144}_{58}Ce$	285 суток

7. Масса и энергия покоя некоторых частиц

Частица	m_0		E_0	
	кг	а.е.м.	Дж	МэВ
Электрон	$9,11 \cdot 10^{-31}$	0,00055	$8,16 \cdot 10^{-14}$	0,511
Протон	$1,672 \cdot 10^{-27}$	1,00728	$1,50 \cdot 10^{-10}$	938

Нейтрон		$1,675 \cdot 10^{-27}$	1,00867	$1,51 \cdot 10^{-10}$	939
Дейтрон		$3,35 \cdot 10^{-27}$	2,01355	$3,00 \cdot 10^{-10}$	939
α -частица		$6,64 \cdot 10^{-27}$	4,00149	$5,96 \cdot 10^{-10}$	3733
Нейтральный мезон	π^-	$2,41 \cdot 10^{-28}$	0,14498	$2,16 \cdot 10^{-11}$	135

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Савельев И.В. Курс физики. Т. 1–3. – М.: Наука, 1989.
2. Детлаф А. А., Яворский М. Б. Курс физики. – М.: Высш. шк., 1989. – 608с.
3. Трофимова Т. И. Курс физики. – М.: Высш. шк., 1990. – 478 с.
4. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики для вузов. - М., 2003. – 303 с.
5. Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике. – М.: Высш. шк., 1988. – 526 с.
6. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики. – Наука, 1988. – 381 с.

Дополнительная литература

7. Калашников С. Г. Электричество. – М: Наука, 1977. – 668 с.
8. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: Наука, 1976. – 936 .
9. Савельев И.В. Сборник задач и вопросов по общей физике. – М.: Наука, 1988. –288 с.
10. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике. – М.: Наука, 1990. – 624 с.
11. Кухлинг Х. Справочник по физике. – М.: Мир, 1985. – 520 с.

Методические указания и пособия

12. 154 эл. Механика и молекулярная физика: практикум по курсу «Физика» для студентов всех специальностей дневной формы обучения: в 3ч. Ч. 1/ О.И. Проневич, С.В. Пискунов. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2010. – 69с.
13. 312эл. Механика и молекулярная физика: курс лекций по курсу «Физика» для студентов всех специальностей днев. и заоч. форм обучения / А. А. Панков. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. – 145 с.

14. 329 эл. Электричество и магнетизм: курс лекций по одному дисциплине для студентов техн. специальностей днев. и заоч. форм обучения: в 3 ч. Ч. 2 / П. А. Хило, А. И. Кравченко. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого. 2013. – 274 с.

15. 3981 Электричество и магнетизм: практикум по курсу «Физика» для студентов всех специальностей дневной формы обучения: в 3 ч. Ч. 2/ А.И. Кравченко, П.Д. Петрашенко, П.А. Хило. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2010. – 68с.

16. 58 эл. Оптика, атомная и ядерная физика: конспект лекций по курсу «Физика» для студентов дневной формы обучения / А.А. Панков, П.А. Хило. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2009. – 170 с.

17. 235 эл. Оптика, атомная и ядерная физика: практикум по курсу «Физика» для студентов технических специальностей дневной формы обучения: в 3 ч. Ч.3. / П.А. Хило, А.И. Кравченко, П.Д. Петрашенко. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2011. – 54 с.

Содержание

Предисловие.....	3
Механика. Основные понятия и формулы	4
Тестовые задачи по кинематике поступательного и вращательного движения	6
Тестовые задачи по динамике материальной точки.....	11
Тестовые задачи по механическим колебаниям и волнам.....	20
Молекулярная физика и термодинамика. Основные понятия и формулы.....	24
Тестовые задачи по молекулярной физике	25
Тестовые задачи по термодинамике.....	29
Электростатика. Основные понятия и формулы.....	33
Тестовые задачи по электростатике.....	34
Законы постоянного тока. Основные понятия и формулы.....	43
Тестовые задачи на законы постоянного тока	46
Магнитное поле. Основные понятия и формулы	52
Тестовые задачи по магнитному полю.....	54
Электромагнитная индукция. Основные понятия и формулы	59
Тестовые задачи по электромагнитной индукции.....	60
Оптика. Атомная и ядерная физика. Основные понятия и формулы	66
Тестовые задачи по интерференции света.....	69

Тестовые задачи по дифракции света.....	73
Тестовые задачи по поляризации и дисперсии света.....	76
Тестовые задачи по тепловому излучению.....	80
Тестовые задачи по квантово-оптическим явлениям.....	83
Тестовые задачи по атомной физике.....	87
Тестовые задачи по физике атомного ядра.....	90
Приложение.....	94
Литература.....	97
Содержание.....	98

ФИЗИКА

Практикум

**по выполнению тестовых заданий
для студентов технических специальностей
дневной формы обучения**

**Составители: Кравченко Александр Ильич
Злотников Игорь Иванович
Шаповалов Петр Степанович**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 11.01.19.

Пер. № 8Е.

<http://www.gstu.by>