

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Физические методы контроля»

ФИЗИКА

*Практикум по курсу физики
для студентов всех направлений подготовки
дневной формы обучения*

**ПОДГОТОВКА К ИНТЕРНЕТ-ЭКЗАМЕНУ.
ВАРИАНТЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**



Могилев 2024

УДК 531
ББК 22.31
Ф55

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Физические методы контроля» «12» декабря 2023 г.,
протокол № 4

Составители: д-р физ.-мат. наук А. В. Хомченко;
ст. преподаватель В. В. Глущенко;
ст. преподаватель Н. С. Манкевич;
ст. преподаватель Е. В. Пивоварова

Рецензент канд. техн. наук Е. В. Ильюшина

В методических рекомендациях приведены варианты тестовых заданий по разделам курса физики для самостоятельной подготовки к сдаче итогового интернет-экзамена.

Учебное издание

ФИЗИКА

Ответственный за выпуск	А. В. Хомченко
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2024

Содержание

1 Механика.....	4
2 Молекулярная физика и термодинамика.....	8
3 Электричество. Магнетизм.....	12
4 Колебания и волны.....	21
5 Волновая и квантовая оптика.....	24
6 Квантовая физика и физика атома. Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц.....	27
Список литературы.....	31
Приложение А. Значения некоторых физических величин и постоянных.....	32

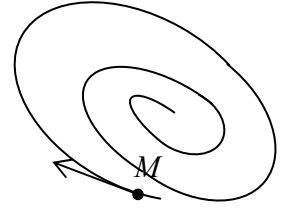
1 Механика

1 Если \vec{a}_τ и \vec{a}_n – тангенциальная и нормальная составляющие ускорения, то соотношения $\vec{a}_\tau = 0$, $\vec{a}_n = 0$ справедливы для:

- 1) прямолинейного равномерного движения;
- 2) прямолинейного равноускоренного движения;
- 3) равномерного движения по окружности;
- 4) равномерного криволинейного движения.

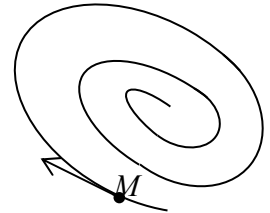
2 Точка M движется по спирали с постоянной по величине скоростью в направлении, указанном стрелкой. При этом величина полного ускорения:

- 1) уменьшается;
- 2) увеличивается;
- 3) не изменяется.



3 Точка M движется по спирали с постоянной по величине скоростью в направлении, указанном стрелкой. При этом величина нормального ускорения:

- 1) уменьшается;
- 2) увеличивается;
- 3) не изменяется.

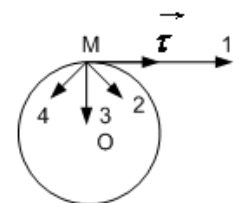
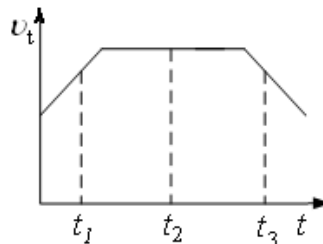


4 Частица движется вдоль окружности радиусом 1 м в соответствии с уравнением $\varphi(t) = 2\pi(t^2 - 6t + 12)$, где φ – в радианах, t – в секундах. Частица остановится в момент времени, равный:

- 1) 1 с; 2) 3 с; 3) 2 с; 4) 4 с.

5 Материальная точка движется по окружности со скоростью \vec{V} . На графике приведена зависимость V_t от времени (\vec{i} – единичный вектор положительного направления; V_t – проекция \vec{V} на это направление). Укажите на рисунке направление ускорения точки M в момент времени t_1 :

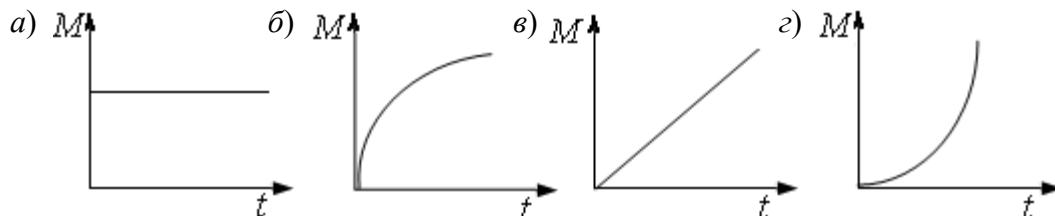
- 1) $M-2$;
- 2) $M-3$;
- 3) $M-4$;
- 4) $M-1$.



*Значения физических величин и постоянных см. в приложении А.

6 Момент импульса тела относительно неподвижной оси изменяется по закону $L = at^2$. Укажите график, правильно отражающий зависимость величины момента сил, действующих на тело:

- 1) а; 2) б; 3) в; 4) г.



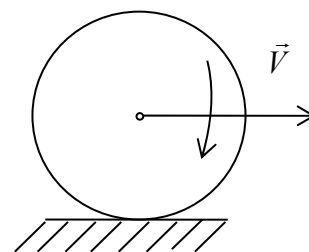
7 Сплошной и полый цилиндры, имеющие одинаковые массы и радиусы, вкатываются без проскальзывания на горку. Если начальные скорости одинаковы, то:

- 1) оба тела поднимутся на одну и ту же высоту;
- 2) выше поднимется полый цилиндр;
- 3) выше поднимется сплошной цилиндр.

8 Тело массой 2 кг поднято над Землей. Его потенциальная энергия 400 Дж. Если на поверхности Земли потенциальная энергия тела равна нулю и силами сопротивления воздуха можно пренебречь, скорость, с которой оно упадет на Землю, составит:

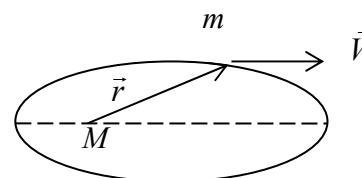
- 1) 20 м/с; 2) 40 м/с; 3) 10 м/с; 4) 14 м/с.

9 Обруч массой $m = 0,3$ кг и радиусом $R = 0,5$ м привели во вращение, сообщив ему энергию вращательного движения 1200 Дж и опустив на пол так, что его ось вращения оказалась параллельной плоскости пола. Если обруч начал двигаться без проскальзывания, имея кинетическую энергию поступательного движения 200 Дж, то сила трения совершила работу, равную:



- 1) 1400 Дж; 2) 1000 Дж; 3) 600 Дж; 4) 800 Дж.

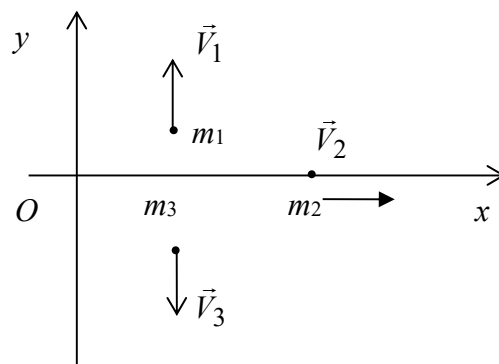
10 Планета массой m движется по эллиптической орбите, в одном фокусе которой находится звезда массой M . Если \vec{r} – радиус-вектор планеты, то справедливы утверждения:



- 1) момент импульса планеты относительно центра звезды при движении по орбите не изменяется;
- 2) момент силы тяготения, действующей на планету, относительно центра звезды равен нулю;
- 3) для момента импульса планеты относительно центра звезды справедливо выражение $\vec{L} = mV\vec{r}$.

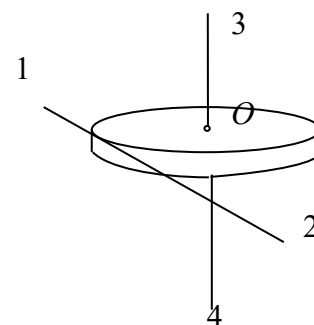
11 Система состоит из трех шаров (массами $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 2$ кг, $m_3 = 3$ кг), которые движутся так, как показано на рисунке. Если скорости шаров $V_1 = 3$ м/с, $V_2 = 2$ м/с, $V_3 = 1$ м/с, то величина скорости центра масс этой системы равна:

- 1) 10 м/с;
- 2) $5/3$ м/с;
- 3) 4 м/с;
- 4) $2/3$ м/с.



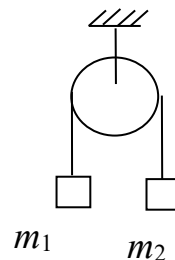
12 Диск радиусом R вращается вокруг вертикальной оси равноускоренно по часовой стрелке. Укажите направление вектора углового ускорения:

- 1) $O-3$;
- 2) $O-4$;
- 3) $1-2$;
- 4) $2-1$.



13 Два тела массами m_1 и m_2 соединены нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок. Если $m_1 > m_2$, а T – сила натяжения нити, то уравнение второго закона Ньютона тела массой m_1 в проекции на направление движения имеет вид:

- 1) $m_1 a = m_1 g + T$;
- 2) $m_1 a = m_1 g - T$;
- 3) $m_1 a = T - m_1 g$.

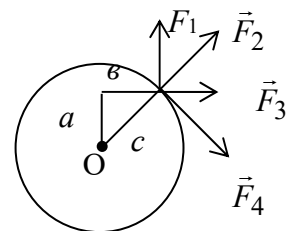


14 Космический корабль с двумя космонавтами летит со скоростью $0,8c$ (c – скорость света в вакууме). Один из космонавтов медленно поворачивает метровый стержень из положения 1, параллельного направлению движения, в положение 2, перпендикулярное этому направлению. Тогда длина стержня с точки зрения другого космонавта:

- 1) изменится от 1,0 м в положении 1 до 0,6 м в положении 2;
- 2) изменится от 1,0 м в положении 1 до 1,67 м в положении 2;
- 3) изменится от 0,6 м в положении 1 до 1,0 м в положении 2;
- 4) равна 1,0 м при любой ориентации.

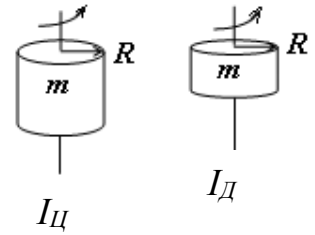
15 К точке, лежащей на внешней поверхности диска, приложено четыре силы. Если ось вращения проходит через центр O диска перпендикулярно плоскости рисунка, то плечо силы F_1 равно:

- 1) 0;
- 2) c ;
- 3) a ;
- 4) b .



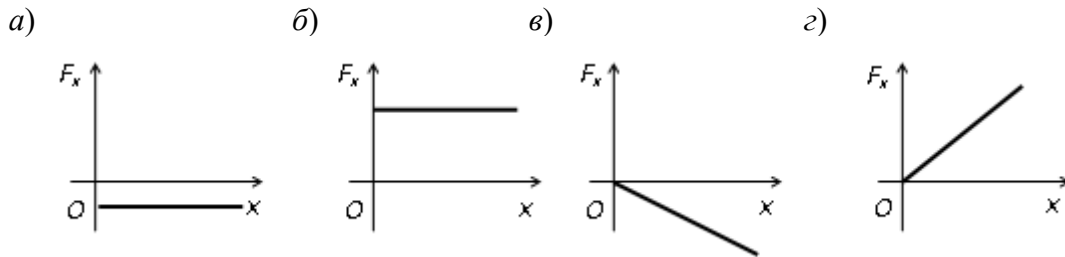
16 Диск и цилиндр имеют одинаковые массы и радиусы. Для их моментов инерции справедливо соотношение:

- 1) $I_{ц} < I_{д}$;
- 2) $I_{ц} = I_{д}$;
- 3) $I_{ц} > I_{д}$.



17 В потенциальном поле сила \vec{F} пропорциональна градиенту потенциальной энергии W_p . Если график зависимости потенциальной энергии W_p от координаты x имеет вид $W_p = kx^2$, то зависимость проекции F_x на ось x будет:

- 1) а; 2) б; 3) в; 4) г.



18 Сила, действующая на точку, задается выражением $\vec{F} = 2\vec{i} + 3\vec{j}$. Определите, какую нужно совершить работу, чтобы переместить точку из начала координат в точку с координатой $(5, 0)$:

- 1) 3; 2) -3; 3) 15; 4) -15.

19 Найдите длину стержня l_0 в космическом корабле, движущемся со скоростью, равной 0,4 скорости света, если длина стержня относительно неподвижной системы отсчета $l = 10$ см:

- 1) 9,1 см; 2) 10,9 см; 3) 7,75 см; 4) 1,29 см.

20 Какой промежуток времени пройдет на звездолете, движущемся относительно Земли со скоростью, равной 0,4 скорости света, за 25 земных лет (скорость света принять равной $3 \cdot 10^8$ м/с):

- 1) 27,25 года; 2) 22,9 года; 3) 19,375 года; 4) 32,25 года.

21 При какой скорости движения космического корабля масса продуктов питания увеличится в 2 раза:

- 1) $2,25 \cdot 10^8$ м/с; 2) $2,6 \cdot 10^8$ м/с; 3) $1,5 \cdot 10^8$ м/с; 4) $2,75 \cdot 10^8$ м/с.

Увеличится ли вдвое время использования запаса питания? Скорость света принять равной $3 \cdot 10^8$ м/с.

22 Солнце излучает в пространство каждую секунду около $3,75 \cdot 10^{26}$ Дж энергии. На сколько каждую секунду уменьшается масса Солнца:

- 1) $4 \cdot 10^9$ кг; 2) $12 \cdot 10^9$ кг; 3) $3,4 \cdot 10^{42}$ кг; 4) $11,75 \cdot 10^{42}$ кг.

2 Молекулярная физика и термодинамика

1 В закрытом сосуде находится смесь двух идеальных газов. Масса первого газа m , его молярная масса M . Масса и молярная масса второго газа – $2m$ и $2M$ соответственно. Молярная масса газовой смеси равна:

- 1) M ; 2) $1,5M$; 3) $1,8M$; 4) $2M$; 5) $3M$.

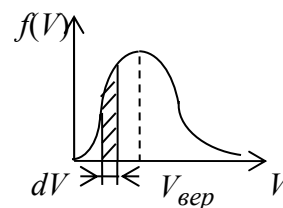
2 При увеличении температуры в 6 раз треть молекул двухатомного идеального газа, находящегося в закрытом сосуде постоянного объема, распалась на атомы. При этом давление газа увеличилось в:

- 1) 4 раза; 2) 6 раз; 3) 8 раз; 4) 12 раз; 5) 16 раз.

3 Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре T равна $E = \frac{i}{2}kT$. Здесь $i = i_n + i_{вр} + 2i_k$, где i_n , $i_{вр}$ и i_k – числа степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движений молекулы. Для гелия число i равно:

- 1) 1; 2) 3; 3) 6; 4) 5; 5) 7.

4 На рисунке представлен график функции распределения молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла), где $f(V) = \frac{dN}{NdV}$ – доля молекул, скорости которых заключены в интервале скоростей от V до $V + dV$ в расчете на единицу скорости этого интервала. Выберите верные утверждения:



- 1) с ростом температуры максимум кривой смещается вправо;
 2) с ростом температуры площадь под кривой растет;
 3) площадь заштрихованной полоски равна доле молекул со скоростями в интервале от V до $V + dV$.

5 Средняя длина свободного пробега молекул водорода при нормальных условиях составляет 0,1 мкм. Определите среднюю длину их свободного пробега при давлении 0,1 МПа, если температура газа остается постоянной:

- 1) 0,1 мкм; 2) 101 м; 3) 0,5 мкм; 4) 1,01 м.

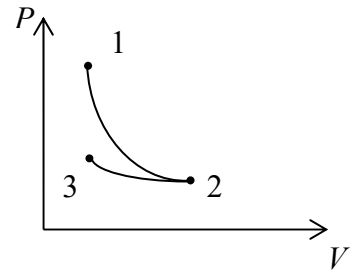
6 Средняя кинетическая энергия молекул газа при температуре T зависит от их структуры, что связано с возможностью различных видов движения атомов в молекуле. Средняя кинетическая энергия молекул гелия He равна:

- 1) $\frac{7}{2}kT$; 2) $\frac{1}{2}kT$; 3) $\frac{5}{2}kT$; 4) $\frac{3}{2}kT$.

*Значения физических величин и постоянных см. в таблицах А.1–А.18.

7 Какой участок графика соответствует процессу:

- 1) 1–2 – изотермический; 2–3 – адиабатный;
- 2) 1–2 – адиабатный; 2–3 – изотермический;
- 3) 1–2 – адиабатный; 2–3 – изобарный;
- 4) 1–2 – изотермический; 2–3 – изобарный.



8 Явление диффузии имеет место при наличии градиента:

- 1) скорости слоев жидкости или газа;
- 2) электрического заряда;
- 3) температуры;
- 4) концентрации.

9 Явление теплопроводности – это направленный перенос:

- 1) массы;
- 2) импульса;
- 3) внутренней энергии.

10 В потоке газа, направленном вдоль оси X , скорость газа растет в положительном направлении оси Y . Перенос импульса направленного движения происходит:

- 1) в отрицательном направлении оси Y ;
- 2) в положительном направлении оси Y ;
- 3) в положительном направлении оси Z ;
- 4) в отрицательном направлении оси Z .

11 Средняя длина свободного пробега $\langle l \rangle$ атомов гелия при нормальных условиях ($p = 1,01 \cdot 10^5$ Па, $T = 273$ К) равна 180 нм. Определите коэффициент диффузии D гелия:

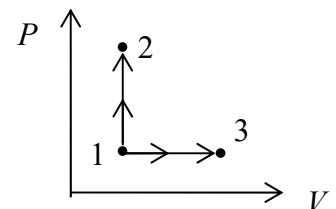
- 1) $2,4 \cdot 10^{-6}$ м²/с;
- 2) $7,2 \cdot 10^{-5}$ м²/с;
- 3) $1,06 \cdot 10^{-4}$ м²/с.

12 Найдите динамическую вязкость η гелия при нормальных условиях, если коэффициент диффузии D при тех же условиях равен $1,06 \cdot 10^{-4}$ м²/с (плотность гелия принять равной $0,18$ кг/м³):

- 1) $1,7 \cdot 10^{-5}$ кг/(м·с);
- 2) $1,9 \cdot 10^{-5}$ кг/(м·с);
- 3) $1,4 \cdot 10^{-5}$ кг/(м·с).

13 Молярные теплоёмкости гелия в процессах 1–2 и 1–3 равны C_1 и C_2 соответственно. Тогда C_1/C_2 составляет:

- 1) $\frac{5}{7}$;
- 2) $\frac{5}{3}$;
- 3) $\frac{7}{5}$;
- 4) $\frac{3}{5}$.



14 Найдите удельную теплоёмкость C кислорода для $V = \text{const}$ и $P = \text{const}$:

- 1) 0,65 и 0,91 кДж/(кг·К);
- 2) 0,65 и 0,91 Дж/(кг·К);
- 3) 1,3 и 1,82 кДж/(кг·К).

15 Удельная теплоёмкость некоторого двухатомного газа $C_p = 14,7$ кДж/(кг·К). Найдите молярную массу этого газа:

- 1) 0,003 кг/моль; 2) 0,002 кг/моль; 3) 0,001 кг/моль.

16 Молярная масса некоторого газа $\mu = 0,03$ кг/моль, отношение $C_p/C_v = 1,4$. Найдите удельные теплоёмкости C_v и C_p этого газа:

- 1) 0,65 и 0,91 кДж/(кг · К);
 2) 0,65 и 0,91 Дж/(кг · К);
 3) 1,3 и 1,82 кДж/(кг · К).

17 Найдите отношение удельных теплоемкостей C_p/C_v для кислорода:

- 1) 1,2; 2) 1,4; 3) 1,5; 4) 1,7.

18 Количество углекислого газа $\nu = 2$ кмоль нагревается при постоянном давлении на $\Delta T = 50$ К. Найдите изменение ΔU внутренней энергии газа, работу расширения газа A и количество теплоты Q , сообщенное газу:

- 1) 2,1; 8,3 и 6,2 кДж;
 2) 2,1; 8,3 и 10,4 кДж;
 3) 2,5; 8,3 и 10,8 кДж.

19 В закрытом сосуде находится азот массой $m_1 = 20$ г и кислород массой $m_2 = 32$ г. Найдите изменение ΔU внутренней энергии смеси газов при охлаждении ее на $\Delta T = 28$ К:

- 1) 2,4 кДж; 2) 1,4 кДж; 3) 0,9 кДж.

20 При изотермическом расширении газа, занимавшего объем $V = 2$ м³, давление его изменяется от $P_1 = 0,5$ МПа до $P_2 = 0,4$ МПа. Найдите работу A , совершенную при этом:

- 1) -223 кДж; 2) 2,23 Дж; 3) 223 кДж; 4) 0,223 Дж.

21 Газ занимает объем V_1 при давлении P_1 . Газ сжимается адиабатически до некоторого объема V_2 и давления P_2 . Затем он охлаждается при $V_2 = \text{const}$ до первоначальной температуры, причем его давление становится равным P_3 . Начертите график этого процесса.

22 В цилиндре под поршнем находится газ. Сначала он расширился адиабатно, увеличив свой объем в n раз, а затем был сжат изотермически, уменьшив свой объем в n раз. Изобразите процесс графически.

23 Тепловая машина работает по циклу Карно. Если температуру нагревания уменьшить, то КПД цикла:

- 1) уменьшится; 2) увеличится; 3) не изменится.

24 Изменение энтропии при изотермическом процессе определяется по формуле:

$$1) \Delta S = \frac{m}{M} R \ln \frac{V_2}{V_1};$$

$$3) \Delta S = \frac{m}{M} C_p \ln \frac{V_2}{V_1};$$

$$2) \Delta S = 0;$$

$$4) \Delta S = \frac{m}{M} C_v \ln \frac{T_2}{T_1}.$$

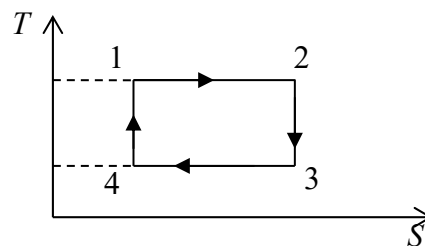
25 На рисунке изображен цикл Карно в координатах (T, S) , где S – энтропия. Теплота подводится к системе на участке:

$$1) 4-1;$$

$$2) 2-3;$$

$$3) 3-4;$$

$$4) 1-2.$$



26 Чтобы эффективно увеличить КПД теплового двигателя, работающего по циклу Карно, надо изменить температуру нагревателя T_1 , оставляя температуру холодильника T_2 постоянной, или наоборот:

$$1) \text{увеличить } T_1;$$

$$3) \text{увеличить } T_2;$$

$$2) \text{уменьшить } T_1;$$

$$4) \text{уменьшить } T_2.$$

27 На рисунке представлен цикл тепловой машины в координатах (T, S) , где T – термодинамическая температура; S – энтропия. Укажите нагреватели и холодильники с соответствующими температурами:

$$1) \text{нагреватели} - T_2, T_1, T_5;$$

$$\text{холодильники} - T_1, T_3;$$

$$2) \text{нагреватели} - T_3, T_1, T_5;$$

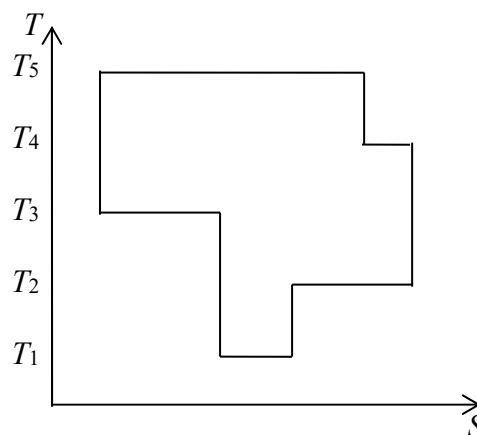
$$\text{холодильники} - T_1, T_2;$$

$$3) \text{нагреватели} - T_3, T_5;$$

$$\text{холодильники} - T_1, T_2, T_4;$$

$$4) \text{нагреватели} - T_4, T_5;$$

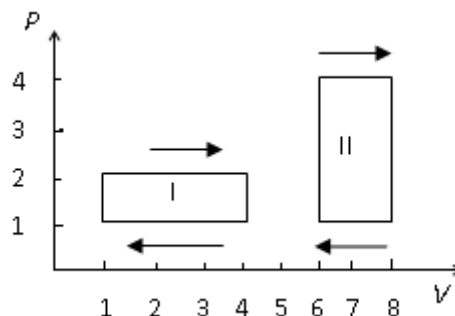
$$\text{холодильники} - T_1, T_2, T_3.$$



28 На (P, V) -диаграмме изображено два циклических процесса. Отношение работ, совершенных в каждом цикле $\frac{A_I}{A_{II}}$, равно:

$$1) -2; \quad 3) -\frac{1}{2};$$

$$2) \frac{1}{2}; \quad 4) 2.$$



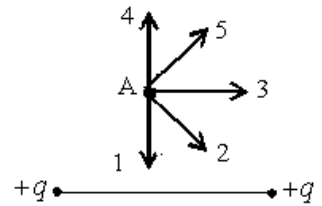
29 Найдите наименование в единицах СИ постоянных a и b , входящих в уравнение Ван-дер-Ваальса.

6 В однородном электрическом поле, силовые линии напряженности которого направлены вертикально, находится в равновесии пылинка массой 4 мкг и зарядом 10^{-9} Кл. Напряженность электрического поля равна:

- 1) 400 В/м; 2) 40 кВ/м; 3) 4 кВ/м; 4) 40 В/м; 5) 4 В/м.

7 Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $+q$ и $+q$. Вектор напряженности электрического поля в точке A направлен вдоль прямой:

- 1) $A-1$; 3) $A-3$; 5) $A-5$.
2) $A-2$; 4) $A-4$;

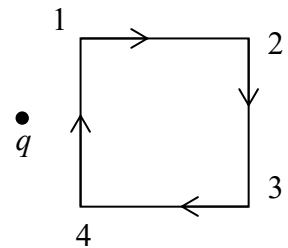


8 Работа A электрического поля по перемещению заряда -2 нКл из точки с потенциалом $\varphi_1 = -700$ В в точку с потенциалом $\varphi_2 = 200$ В равна:

- 1) 18 мкДж; 3) 10 мкДж; 5) $-9,0$ мкДж.
2) -18 мкДж; 4) -10 мкДж;

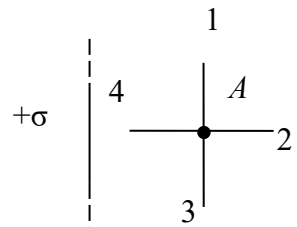
9 Точечный заряд q создает электрическое поле, в котором по замкнутой траектории перемещают заряд $+q_1$. Работа электрического поля при этом перемещении отрицательна на участке траектории:

- 1) 1-2; 4) 4-1;
2) 2-3; 5) одинакова по всем траекториям.
3) 3-4;



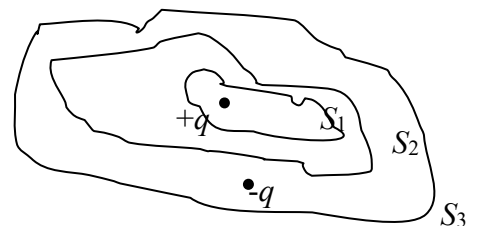
10 Поле создано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда $+\sigma$. Укажите направление вектора градиента потенциала в точке A :

- 1) $A-4$; 3) $A-2$;
2) $A-3$; 4) $A-1$.



11 Дана система точечных зарядов в вакууме и замкнутые поверхности S_1 , S_2 , S_3 . Поток вектора напряженности электростатического поля отличен от нуля через поверхности:

- 1) S_1 ; 2) S_3 ; 3) S_2 .

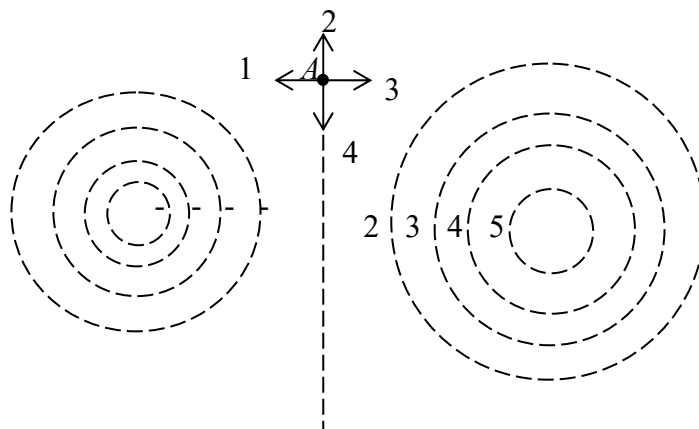


12 Электрическое поле в вакууме образовано точечным зарядом $4 \cdot 10^{-9}$ Кл. Разность потенциалов $\Delta\varphi$ между двумя точками, удаленными от заряда на $l_1 = 6$ см и $l_2 = 9$ см, равна:

- 1) -100 В; 2) 100 В; 3) 200 В; 4) -200 В; 5) 600 В.

13 На рисунке показаны эквипотенциальные линии системы зарядов и значения потенциала на них. Вектор напряженности электрического поля в точке A ориентирован в направлении:

- 1) $A-3$; 3) $A-1$;
- 2) $A-2$; 4) $A-4$.



14 Относительно статистических электрических полей справедливы утверждения:

- 1) электростатическое поле является вихревым;
- 2) силовые линии поля разомкнуты;
- 3) электростатическое поле совершает работу над электрическим зарядом.

15 Точечный заряд $+q$ находится в центре сферической поверхности. Если добавить заряд $+q$ за пределами сферы, то поток вектора напряжённости электростатического поля E через поверхность сферы:

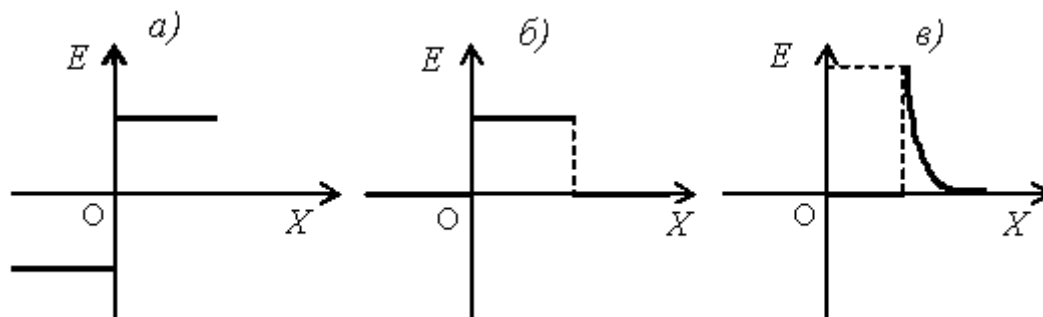
- 1) не изменится;
- 2) увеличится;
- 3) уменьшится.

16 Три проводника, изготовленные из одного материала, одинаковой длины, но разного диаметра: $d_2 = 2d_1$, $d_3 = 3d_1$, соединены параллельно. Силы токов в проводниках $I_1 : I_2 : I_3$ относятся как:

- 1) $9 : 4 : 1$; 2) $3 : 2 : 1$; 3) $1 : 4 : 9$; 4) $1 : 2 : 3$; 5) $1 : 1 : 1$.

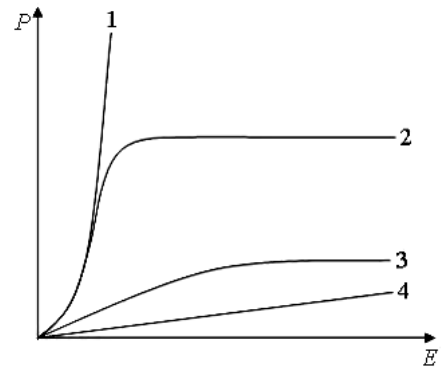
17 Какая графическая зависимость отображает распределение напряженности E электростатического поля конденсатора:

- 1) a ; 2) b ; 3) $в$.



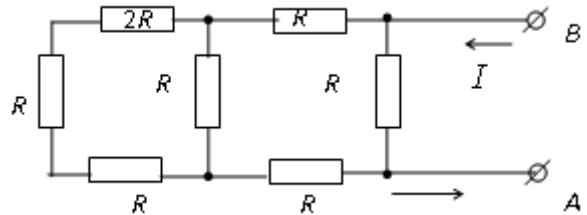
18 На рисунке представлены графики, отражающие зависимости поляризованности P диэлектрика от напряжённости поля E . Укажите зависимость, соответствующую неполярным диэлектрикам:

- 1) кривая 1;
- 2) кривая 2;
- 3) кривая 3;
- 4) кривая 4.



19 Сопротивление резисторов R и тока I известно. Напряжение между точками A и B равно:

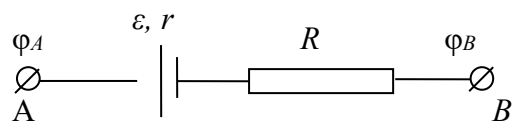
- 1) $0,92 IR$;
- 2) $0,83 IR$;
- 3) $0,74 IR$;
- 4) $0,62 IR$;
- 5) $0,55 IR$.



20 Под ЭДС источника тока, действующей в замкнутой цепи, понимают:

- 1) работу, совершаемую силами электрического поля при перемещении заряда вдоль замкнутой цепи;
- 2) отношение работы, совершаемой силами электрического поля по перемещению заряда вдоль замкнутой цепи, к величине перемещаемого заряда;
- 3) напряжение в цепи;
- 4) работу, совершаемую сторонними силами при перемещении заряда вдоль всей замкнутой цепи;
- 5) отношение работы, совершаемой сторонними силами при перемещении заряда по замкнутой цепи, к величине этого заряда.

21 Разность потенциалов между точками A и B выделенного участка цепи равна 10 В. ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока 8 В и 12 Ом. Сопротивление резистора 6 Ом. Сила тока на участке цепи AB равна:



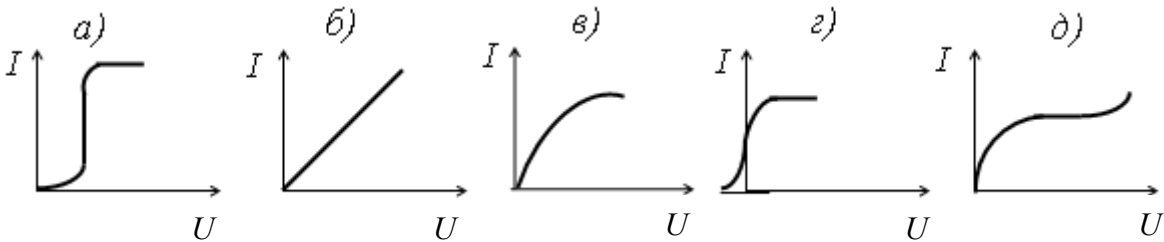
- 1) 1 А;
- 2) $\frac{1}{9}$ А;
- 3) $\frac{4}{9}$ А;
- 4) $\frac{5}{9}$ А;
- 5) $\frac{2}{3}$ А.

22 Количество теплоты, выделяемое током в проволоке за 1 с, можно удвоить, не меняя напряжение за счет:

- 1) увеличения длины проволоки в 2 раза;
- 2) увеличения радиуса проволоки в 2 раза;
- 3) увеличения и радиуса, и длины проволоки в 2 раза;
- 4) уменьшения и радиуса, и длины проволоки в 2 раза;
- 5) уменьшения радиуса проволоки в 2 раза.

23 Вольт-амперной характеристике тока в газах соответствует график:

- 1) *a*; 2) *б*; 3) *в*; 4) *г*; 5) *д*.

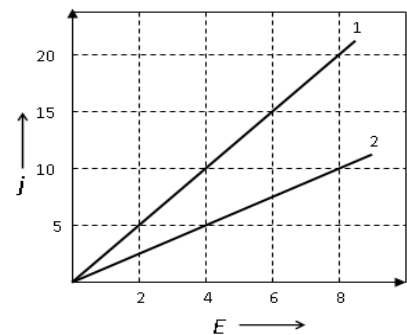


24 К электродам разрядной трубки, расстояние между которыми равно 10 см, приложено напряжение $U = 15$ В. Подвижность ионов $U_+ = U_- = 1$ см²/(В·с). Число пар ионов в 1 см³ равно 100. Плотность тока в трубке равна:

- 1) $2,4 \cdot 10^{-13}$ А/м²; 3) $2,4 \cdot 10^{-9}$ А/м²; 5) $4,8 \cdot 10^{-7}$ А/м².
2) $4,8 \cdot 10^{-13}$ А/м²; 4) $4,8 \cdot 10^{-9}$ А/м²;

25 На графике представлена зависимость плотности тока j , протекающего в проводниках 1 и 2, от напряжённости электрического поля E . Отношение удельных проводимостей этих элементов равно:

- 1) 4; 2) 2; 3) 1/4; 4) 1/2.



26 Ионизация газа электронным ударом возможна при условии (e – заряд электрона; E – модуль напряженности электрического поля; λ – длина свободного пробега; U – напряжение; A – работа отрыва электрона от атома):

- 1) $eE \geq A$; 2) $e \frac{U}{\lambda} \geq A$; 3) $eE\lambda \geq A$; 4) $eU\lambda \geq A$; 5) $\frac{eE}{\lambda} \geq A$.

27 Под действием внешнего ионизатора происходит ионизация газа. При этом возможны следующие физические процессы:

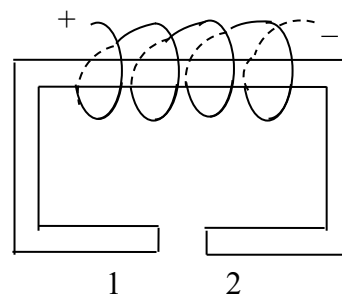
- 1) отрыв электронной оболочки от атома;
- 2) распад молекул газа на положительные и отрицательные ионы;
- 3) вырывание из атомов или молекул одного или нескольких электронов;
- 4) распад ядер атомов на протоны и нейтроны;
- 5) испускание электронов из катода разрядной трубки.

28 Через вакуумный диод проходит электрический ток силой 100 мА. Сколько электронов пройдет через лампу за 10 с:

- 1) $1 \cdot 10^{19}$; 2) $2 \cdot 10^{19}$; 3) $1,6 \cdot 10^{19}$; 4) $6,25 \cdot 10^{18}$; 5) $2 \cdot 10^{18}$.

29 Силовые линии магнитного поля в зазоре электромагнита 1–2 направлены:

- 1) влево;
- 2) вправо;
- 3) от нас;
- 4) к нам;
- 5) магнитное поле в зазоре не возникает.

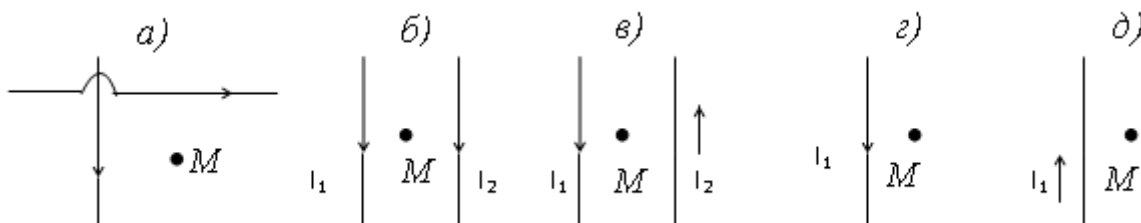


30 По двум круговым виткам с одинаковым радиусом течет ток одинаковой величины. Витки имеют общий центр, а их плоскости перпендикулярны друг другу. Для каждого из них магнитная индукция равна \vec{B} . Величина вектора магнитной индукции результирующего поля:

- 1) 0;
- 2) $|\vec{B}| \cdot \sqrt{2}$;
- 3) $\frac{|\vec{B}|}{\sqrt{2}}$;
- 4) $2|\vec{B}|$;
- 5) $|\vec{B}| \cdot \sqrt{3}$.

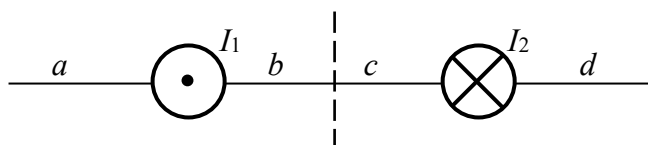
31 Модуль вектора магнитной индукции в точке M максимален в случае:

- 1) a ;
- 2) b ;
- 3) v ;
- 4) z ;
- 5) d .



32 На рисунке изображены сечения двух параллельных прямолинейных длинных проводников с противоположно направленными токами, причём $I_1 = 2I_2$. Индукция \vec{B} результирующего магнитного поля равна нулю в некоторой точке интервала:

- 1) a ;
- 2) b ;
- 3) c ;
- 4) d .



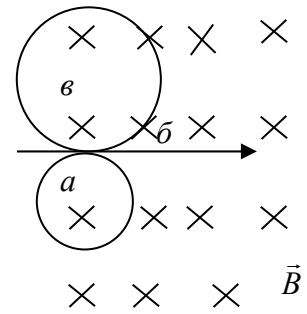
33 По двум длинным параллельным проводам, находящимся на расстоянии $l = 10$ см друг от друга в вакууме, текут в противоположных направлениях равные токи по $I = 10$ А. Индукция $|\vec{B}|$ магнитного поля в точке, удаленной на $\Delta l_1 = 6$ см от одного проводника и на $\Delta l_2 = 8$ см от другого, равна:

- 1) 42 мкТл;
- 2) 21 мкТл;
- 3) 3,3 мкТл;
- 4) 6,6 мкТл;
- 5) 13 мкТл.

34 Две частицы с нулевой начальной скоростью и одинаковыми зарядами ускоряются одинаковой разностью потенциалов, после чего попадают в однородное магнитное поле и движутся в нем по круговым траекториям. Если отношение масс этих частиц m_1/m_2 равно 4, то отношение радиусов их траекторий R_1/R_2 :

- 1) 0,25;
- 2) 0,5;
- 3) 1;
- 4) 2;
- 5) 4.

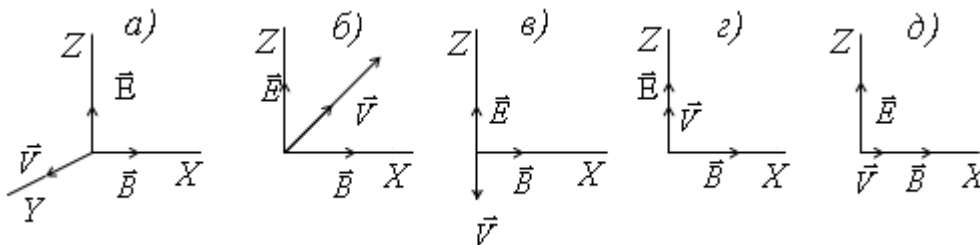
35 Протон, нейтрон и электрон с одинаковыми скоростями влетают в однородное магнитное поле. На рисунке траектории частиц:



- 1) a – протона; b – нейтрона; v – электрона;
- 2) a – нейтрона; b – электрона; v – протона;
- 3) a – электрона; b – нейтрона; v – протона;
- 4) a – электрона; b – протона; v – нейтрона;
- 5) a – протона; b – электрона; v – нейтрона.

36 Однородные электрическое и магнитное поля расположены взаимно перпендикулярно. Напряженность электрического поля – \vec{E} , а индукция магнитного поля – \vec{B} . Каким должны быть направление и скорость электрона, чтобы его движение было равномерным и прямолинейным:

- 1) a ; 2) b ; 3) v ; 4) z ; 5) d .



37 Протон и α -частица, заряд которой в $k_1 = 2$ раза, а масса в $k_2 = 4$ раза больше, чем у протона, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно его силовым линиям. Кинетические энергии частиц одинаковы. Какое из следующих утверждений справедливо:

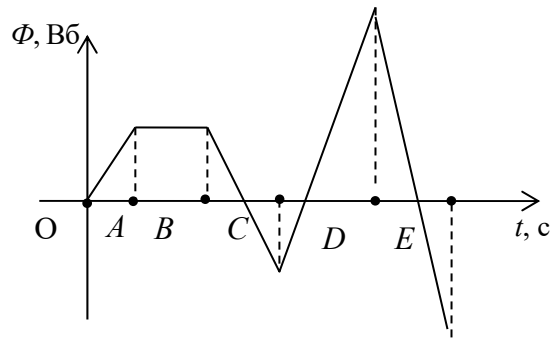
- 1) α -частица движется по окружности меньшего радиуса, чем протон;
- 2) α -частица закручивается в другую сторону относительно протона;
- 3) α -частица движется по окружности большего радиуса, чем протон;
- 4) радиусы траекторий обеих частиц одинаковы;
- 5) обе частицы двигаются по прямолинейным траекториям.

38 ЭДС индукции в замкнутом контуре – это:

- 1) электрическое поле, индуцируемое в контуре;
- 2) электрический заряд, индуцируемый в проводнике контура;
- 3) работа, совершаемая индуцирующим магнитным полем по перемещению единичного заряда по замкнутому пути;
- 4) работа, совершаемая индуцируемым электрическим полем по перемещению единичного положительного заряда по замкнутому контуру;
- 5) сила, действующая на проводящий контур, помещенный во внешнее магнитное поле.

39 На рисунке представлена зависимость магнитного потока, пронизывающего некоторый замкнутый контур, от времени. ЭДС индукции в контуре не возникает в области:

- 1) A ; 4) D ;
 2) B ; 5) E .
 3) C ;

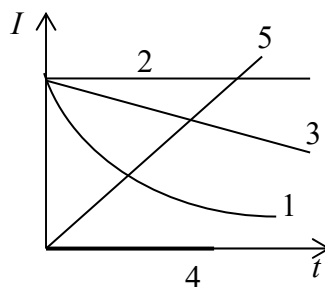
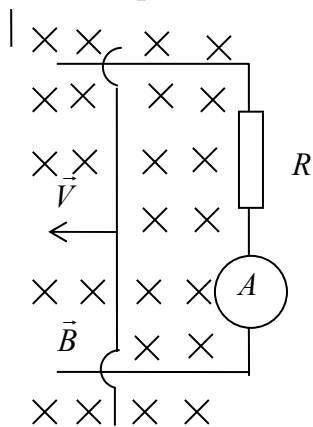


40 Величина индукции магнитного поля возрастает по закону $|\vec{B}| = (a + vt)$, где a и v – постоянные величины. В этом магнитном поле перпендикулярно линиям индукции находится замкнутый контур площадью S и сопротивлением R . Количество теплоты, которое выделится в этом контуре за время t_1 , равно:

- 1) $\frac{v^2 \cdot S^2}{R} \cdot t$; 3) $\frac{(a+b)^2 \cdot S^2 \cdot t_1}{R}$; 5) $\frac{(a+bt)^2 \cdot S^2}{R} t_1$.
 2) $\frac{bS}{R} \cdot t$; 4) $\frac{b^2 \cdot S^2 \cdot t_1^2}{R}$;

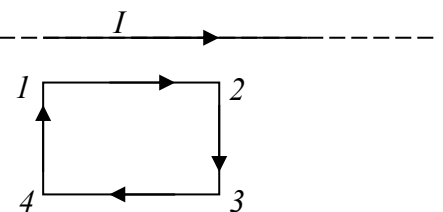
41 В вертикальном однородном магнитном поле по П-образному металлическому проводнику равномерно со скоростью V движется перемычка. Какой из графиков (1–5) описывает зависимость величины силы тока от времени:

- 1) кривая 1; 2) кривая 2; 3) кривая 3; 4) кривая 4; 5) кривая 5.

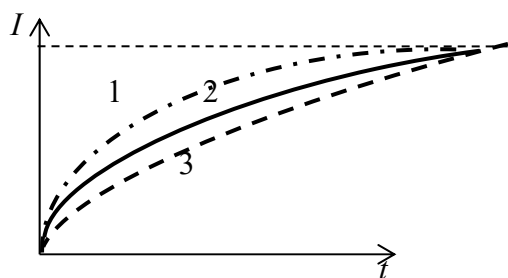


42 На рисунке показан длинный проводник с током, около которого находится небольшая проводящая рамка. При выключении в проводнике тока заданного направления в рамке:

- 1) индукционного тока не возникает;
 2) возникает индукционный ток в направлении 4–1;
 3) возникает индукционный ток в направлении 1–4.



43 На рисунке приведены зависимости силы тока от времени для трех катушек с различными индуктивностями и одинаковыми сопротивлениями при включении в цепи источника тока. Индуктивность какой катушки наибольшая:



- 1) катушки 1;
- 2) катушки 2;
- 3) катушки 3;
- 4) индуктивность всех катушек одинакова;
- 5) сила тока в цепи от индуктивности не зависит.

44 Ток в соленоиде за $\Delta t = 0,05$ с увеличился с $I_1 = 2$ А до $I_2 = 10$ А. ЭДС самоиндукции \mathcal{E}_{Si} , которая возникла в катушке при увеличении силы тока, равна 20 В. Энергия W магнитного поля в соленоиде за это время увеличилась на:

- 1) 3 Дж; 2) 4 Дж; 3) 6 Дж; 4) 8 Дж; 5) 9 Дж.

45 Если силу тока I в катушке увеличить в 2 раза и количество витков N длинного соленоида уменьшить в 4 раза, то энергия магнитного поля соленоида:

- 1) уменьшится в 2 раза;
- 2) уменьшится в 4 раза;
- 3) не изменится;
- 4) увеличится в 2 раза;
- 5) увеличится в 4 раза.

46 Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}; \quad \oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \left(\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S};$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV; \quad \int_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0.$$

Следующая система уравнений:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}; \quad \oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} d\vec{S};$$

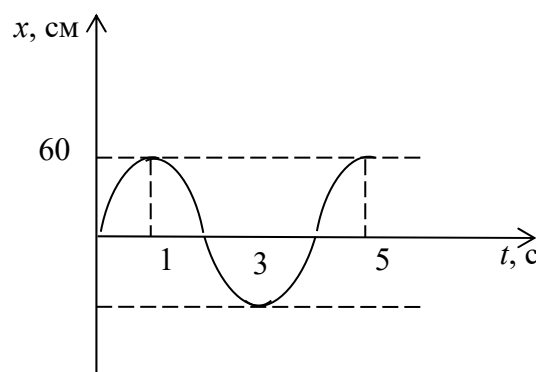
$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = 0; \quad \int_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

справедлива для переменного электромагнитного поля:

- 1) при наличии заряженных тел и токов проводимости;
- 2) при наличии токов проводимости и в отсутствие заряженных тел;
- 3) при наличии заряженных тел и в отсутствие токов проводимости;
- 4) в отсутствие заряженных тел и токов проводимости.

4 Колебания и волны

1 На рисунке приведен график зависимости координаты x колеблющейся точки от времени. Уравнение гармонических колебаний имеет вид (смещение точки выражено в метрах):



- 1) $x = 0,60 \sin \pi t$;
- 2) $x = 0,60 \sin(0,5\pi t)$;
- 3) $x = 1,2 \sin(0,5\pi t)$;
- 4) $x = 1,2 \sin \pi t$;
- 5) $x = 0,6 \sin\left(0,5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$.

2 Шарик подвешен на длинной нити. Один раз его поднимают по вертикали до точки подвеса, другой раз — отклоняют на небольшой угол. В каком случае шарик быстрее возвратится к начальному положению, если его отпустить:

- 1) в первом случае;
- 2) во втором случае;
- 3) время возврата в начальное положение одинаково в обоих случаях;
- 4) время возврата зависит от массы шарика;
- 5) время возврата зависит от длины нити.

3 Материальная точка массой m колеблется по закону $x = A \sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{3}\right)$.

В момент времени $t = 40$ с кинетическая энергия W_k точки равна:

- 1) $\frac{mA^2\pi^2}{128}$;
- 2) $\frac{mA^2\pi^2}{64}$;
- 3) $\frac{mA^2\pi^2}{32}$;
- 4) $\frac{mA^2\pi^2}{16}$;
- 5) $\frac{mA^2\pi^2}{8}$.

4 Маятник подвешен к потолку лифта и имеет период колебаний T , когда лифт неподвижен. Если лифт движется вниз с величиной постоянного ускорения a , то период T свободных колебаний маятника равен:

- 1) $\frac{Ta}{g}$;
- 2) $\frac{T}{\sqrt{1+\frac{a}{g}}}$;
- 3) $\frac{T}{\sqrt{1-\frac{a}{g}}}$;
- 4) $T\left(1-\frac{a}{g}\right)$;
- 5) $T\sqrt{1-\frac{a}{g}}$.

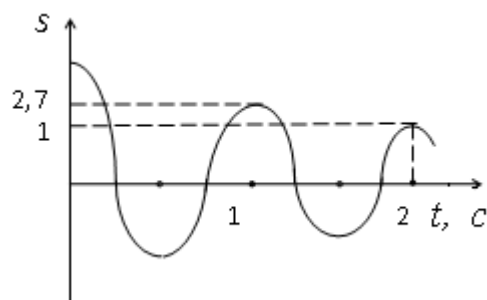
5 Чтобы растянуть пружину на $x = 0,1$ м, требуется приложить силу $|\vec{F}| = 10$ Н. К пружине подвесили тело массой $m = 4$ кг. Период свободных вертикальных колебаний тела (в секундах) равен:

- 1) $0,2\pi$;
- 2) $0,1\pi$;
- 3) $2,5\pi$;
- 4) $0,4\pi$;
- 5) 50π .

*Значения физических величин и постоянных см. в приложении А.

6 На рисунке изображен график затухающих колебаний, где S – колеблющаяся величина, описываемая уравнением $S(t) = A_0 e^{-t/\tau} \sin(\omega_1 t + \varphi)$. Определите время релаксации τ (в секундах):

- 1) 0,5; 2) 1; 3) 3; 4) 2.



7 Амплитуда затухающих колебаний маятника за время $t_1 = 5$ мин уменьшилась в 2 раза. За какое время t_2 , считая от начального момента, амплитуда уменьшится в 8 раз:

- 1) 5 мин; 2) 20 мин; 3) 10 мин; 4) 15 мин.

8 Определите период T затухающих колебаний, если период T_0 собственных колебаний системы равен 1 с и логарифмический декремент затухания колебаний $\theta = 0,01$:

- 1) 2,005; 2) 1,005; 3) 3,005; 4) 5,005.

9 Логарифмический декремент затухания колебаний θ маятника равен 0,003. Определите число N полных колебаний, которые должен сделать маятник, чтобы амплитуда уменьшилась в 2 раза:

- 1) 531; 2) 331; 3) 431; 4) 231.

10 Тело массой $m = 5$ г совершает затухающие колебания. В течение времени $t = 50$ с тело потеряло 60 % своей энергии. Определите коэффициент сопротивления r :

- 1) $9,16 \cdot 10^{-5}$; 2) $0,16 \cdot 10^{-5}$; 3) $20,16 \cdot 10^{-5}$; 4) $22,16 \cdot 10^{-5}$.

11 Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами и равными амплитудами A_0 . При разности фаз $\Delta\varphi = \frac{3\pi}{2}$ амплитуда результирующего колебания равна:

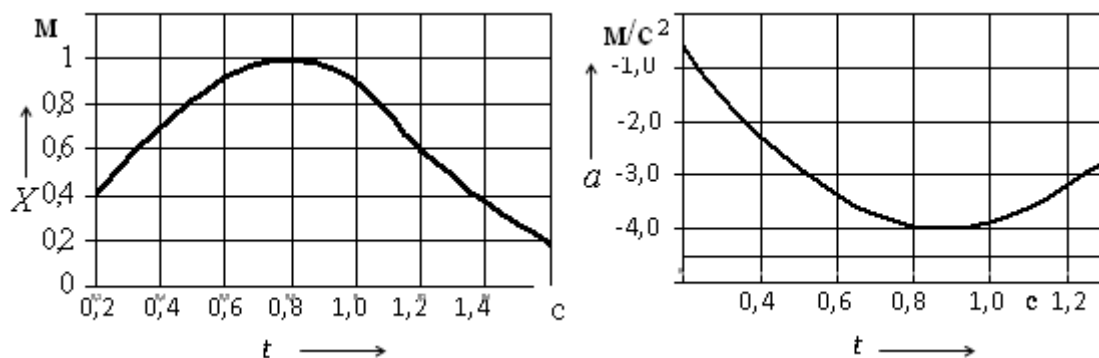
- 1) $A_0 \sqrt{2}$; 2) 0; 3) $2 A_0$; 4) $5/2 A_0$.

12 Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси Ox , имеет вид $\xi = 0,01 \sin(10^3 t - 2x)$. Тогда скорость распространения волны равна:

- 1) 500 м/с; 2) 1000 м/с; 3) 2 м/с.

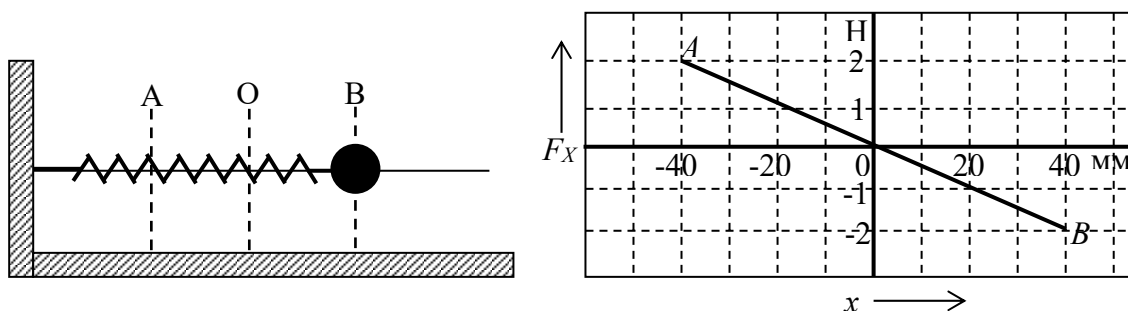
13 На рисунке изображены зависимости от времени координаты и ускорения материальной точки, колеблющейся по гармоническому закону. Циклическая частота колебаний точки равна:

- 1) 4 с^{-1} ; 2) 3 с^{-1} ; 3) 1 с^{-1} ; 4) 2 с^{-1} .



14 Шарик, прикрепленный к пружине и насаженный на горизонтальную направляющую, совершает гармонические колебания. На графике представлена зависимость проекции силы упругости пружины на положительное направление оси X от координаты шарика. Работа силы упругости при смещении шарика из положения 0 в положение B составляет:

- 1) $-4 \cdot 10^{-2}$ Дж; 2) $4 \cdot 10^{-2}$ Дж; 3) $8 \cdot 10^{-2}$ Дж; 4) 0.



15 Уравнение движения пружинного маятника

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{r}{m} \cdot \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} \cdot x = 0$$

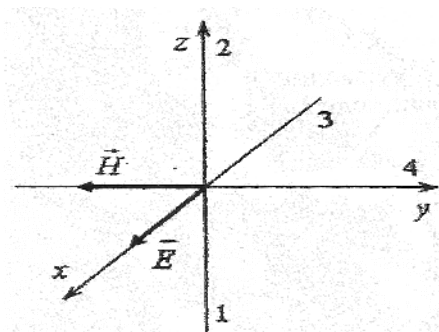
является дифференциальным уравнением:

- 1) свободных затухающих колебаний;
2) свободных незатухающих колебаний;
3) вынужденных колебаний.

16 Уравнение плоской волны, распространяющейся вдоль оси Ox , имеет вид $\xi = 0,01e^{i(10^3t-2x)}$. Тогда скорость распространения волны равна:

- 1) 2 м/с; 3) 500 м/с;
2) 1000 м/с; 4) 0,01 м/с.

17 На рисунке показана ориентация векторов напряжённости электрического \vec{E} и магнитного \vec{H} полей в электромагнитной волне. Вектор плотности потока энергии электромагнитного поля ориентирован в направлении:

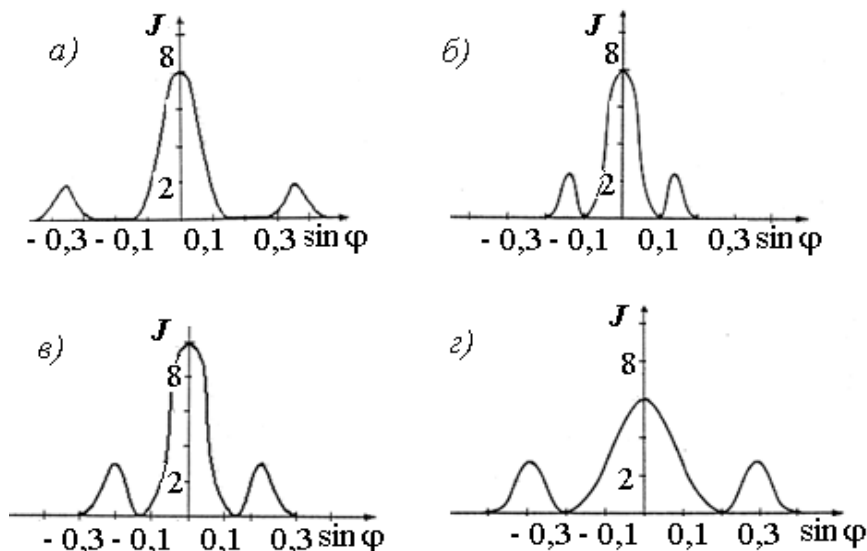


- 1) 2; 2) 4; 3) 1; 4) 3.

5 Волновая и квантовая оптика

1 Имеется четыре дифракционные решетки с различными постоянными d , освещаемые одним и тем же монохроматическим излучением разной интенсивности. Какой график иллюстрирует положение главных максимумов, создаваемых решеткой с наименьшей постоянной (J – интенсивность света; φ – угол дифракции):

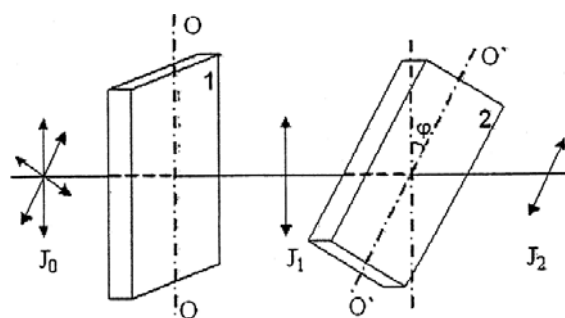
- 1) а; 2) б; 3) в; 4) г.



2 Параллельный пучок света падает по нормали на зачерненную плоскую поверхность, производя давление P . При замене поверхности на зеркальную давление света не изменяется, если угол падения (отсчитываемый от нормали к поверхности) будет равен:

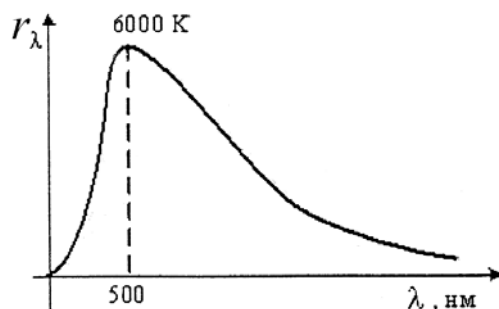
- 1) 60° ; 2) 0° ; 3) 45° ; 4) 30° .

3 На пути естественного света помещено две пластинки турмалина. После прохождения пластинки 1 свет полностью поляризован. Если J_1 и J_2 – интенсивности света, прошедшего пластинки 1 и 2 соответственно, и $J_2 = \frac{J_1}{4}$, тогда угол между направлениями OO и $O'O'$ равен:



- 1) 60° ; 2) 45° ; 3) 90° ; 4) 30° .

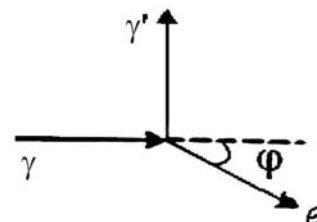
4 На рисунке показана кривая зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при $T = 6000$ К. Если температуру тела уменьшить в 4 раза, то длина волны, соответствующая максимуму излучения абсолютно черного



тела:

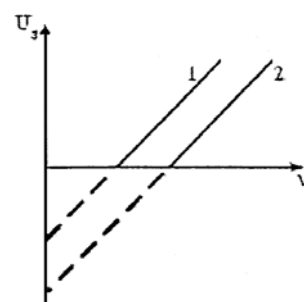
- 1) увеличится в 4 раза;
- 2) уменьшится в 2 раза;
- 3) увеличится в 2 раза;
- 4) уменьшится в 4 раза.

5 На рисунке показаны направления падающего фотона γ , рассеянного фотона γ' и электрона отдачи e . Угол рассеяния 90° , направление движения электрона отдачи составляет с направлением падающего фотона угол $\varphi = 30^\circ$. Если импульс падающего фотона $3 \text{ МэВ} \cdot \text{с/м}$, то импульс рассеянного фотона (в тех же единицах) равен:



- 1) $\sqrt{3}$; 2) 1,5; 3) $2\sqrt{3}$; 4) $1,5\sqrt{3}$.

6 На рисунке представлены две зависимости задерживающего напряжения U_3 от частоты ν падающего света для внешнего фотоэффекта. Укажите верные утверждения:



1) зависимости получены для двух различных металлов;

2) с помощью этих зависимостей можно определить значение постоянной Планка;

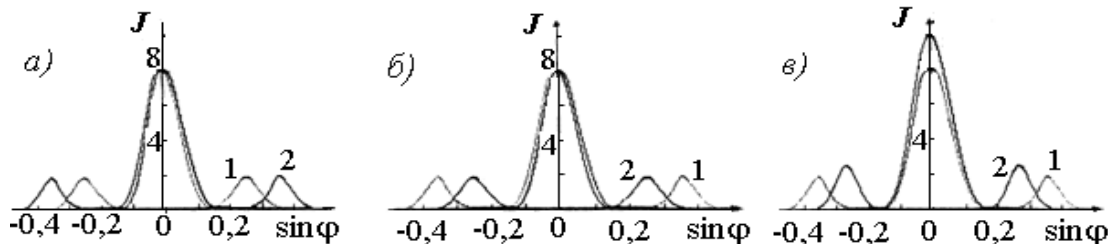
3) $A_2 < A_1$, где A_2 и A_1 – значения работы выхода электронов из соответствующего металла.

7 Сколько дифракционных максимумов в спектре для желтой линии натрия $\lambda = 5,9 \cdot 10^{-7} \text{ м}$, если постоянная дифракционной решетки равна 2 мкм :

- 1) 8; 2) 7; 3) 6; 4) 9.

8 На дифракционную решетку падает излучение одинаковой интенсивности с длинами волн λ_1 и λ_2 . Укажите график, иллюстрирующий положение главных максимумов, создаваемых дифракционной решеткой, если $\lambda_1 > \lambda_2$ (J – интенсивность; φ – угол дифракции):

- 1) а; 2) б; 3) в.



9 На диафрагму с круглым отверстием падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$). На экране наблюдается дифракционная картина. При каком наибольшем расстоянии (в метрах) между

диафрагмой и экраном в центре дифракционной картины еще будет наблюдаться дифракционное пятно? Диаметр отверстия равен 2 мм.

10 На пути светового луча поставим стеклянную пластинку (показатель преломления 1,5). При этом оптический путь:

- 1) увеличится в 1,5 раза;
- 2) уменьшится в 1,5 раза;
- 3) не изменится.

11 Свет падает на границу раздела двух сред под углом Брюстера. Тогда угол между отраженным и преломленными лучами составит:

- 1) 45°;
- 2) 90°;
- 3) 0°.

12 Коэффициент отражения для абсолютно черного тела составляет:

- 1) 1/2;
- 2) 1;
- 3) 0;
- 4) 1/4.

13 Эффект Комптона наблюдается в области спектра:

- 1) видимой;
- 2) инфракрасной;
- 3) рентгеновской.

14 Явление полного внутреннего отражения может наблюдаться при падении света:

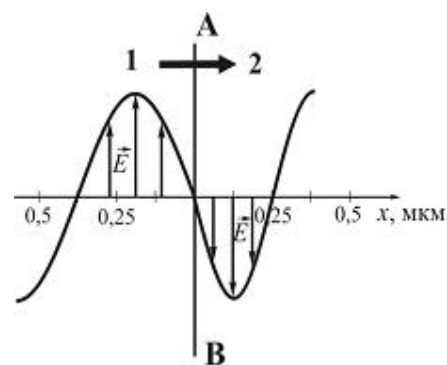
- 1) из воздуха в стекло;
- 2) из стекла в воздух;
- 3) из воздуха в воду.

15 При эффекте Комптона фотон с энергией, равной энергии покоя электрона E_0 , был рассеян на угол $\Theta = 180^\circ$. При этом энергия электрона отдачи составила:

- 1) $\frac{1}{3}E_0$;
- 2) $\frac{2}{3}E_0$;
- 3) E_0 .

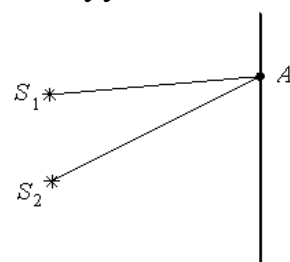
16 На рисунке представлена мгновенная фотография электрической составляющей электромагнитной волны, переходящей из среды 1 в среду 2 перпендикулярно границе раздела AB . Относительный показатель преломления среды 2 относительно среды 1 равен:

- 1) 1,5;
- 2) 1;
- 3) 0,67;
- 4) 1,75.



17 Для точки A оптическая разность хода лучей от двух когерентных источников S_1 и S_2 равна 1,2 мкм. Если длина волны в вакууме 600 нм, то в точке A будет наблюдаться:

- 1) максимум интерференции, т. к. разность хода равна четному числу полуволн;
- 2) максимум интерференции, т. к. разность хода равна нечетному числу полуволн;
- 3) минимум интерференции, т. к. разность хода



равна четному числу полуволен;

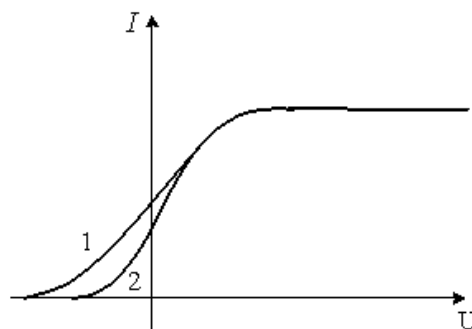
4) минимум интерференции, т. к. разность хода равна нечетному числу полуволен.

18 При прохождении белого света через трехгранную призму наблюдается его разложение в спектр. Это явление объясняется:

- 1) интерференцией света;
- 2) дисперсией света;
- 3) дифракцией света;
- 4) поляризацией света.

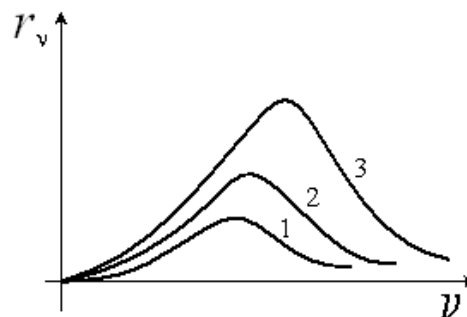
19 На рисунке представлены две вольт-амперные характеристики вакуумного фотоэлемента. Если E – освещенность фотокатода, а ν – частота падающего на него света, то для кривых 1 и 2 справедливы следующие утверждения:

- 1) $\nu_1 > \nu_2, E_1 = E_2$;
- 2) $\nu_1 < \nu_2, E_1 = E_2$;
- 3) $\nu_1 = \nu_2, E_1 > E_2$;
- 4) $\nu_1 = \nu_2, E_1 < E_2$.



20 На рисунке представлены зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от частоты при различных температурах. Наибольшей температуре соответствует график:

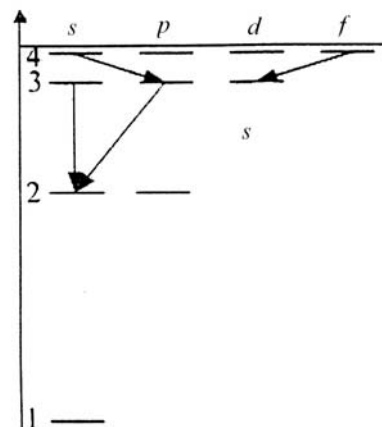
- 1) кривая 3;
- 2) кривая 2;
- 3) кривая 1.



6 Квантовая физика и физика атома. Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц

1 При переходе электрона в атоме с одного уровня на другой закон сохранения момента импульса накладывает определенные ограничения (правило отбора). В энергетическом спектре атома водорода запрещенным переходом является:

- 1) $3s - 2s$;
- 2) $4f - 3d$;
- 3) $4s - 3p$;
- 4) $3p - 2s$.



2 Высокая монохроматичность лазерного излучения обусловлена относительно большим временем жизни электронов в метастабильном состоянии $\sim 10^{-3}$ с. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16}$ эВ·с, ширина метастабильного уровня (в электрон-вольтах) будет не менее:

- 1) $6,6 \cdot 10^{-13}$; 3) $1,5 \cdot 10^{-13}$;
2) $6,6 \cdot 10^{-19}$; 4) $1,5 \cdot 10^{-19}$.

3 Стационарным уравнением Шредингера для линейного гармонического осциллятора является уравнение:

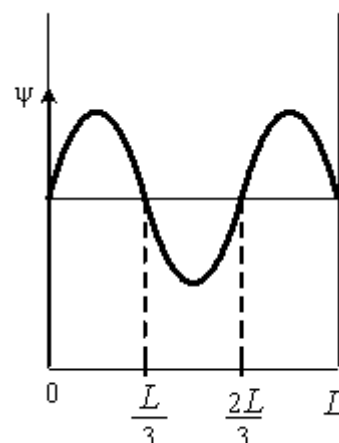
$$1) \frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0; \quad 3) \frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0;$$

$$2) \Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0; \quad 4) \Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \psi = 0.$$

4 Вероятность обнаружить электрон на участке (a, b) одномерного потенциального ящика с бесконечно высокими стенками вычисляется по формуле

$W = \int_a^b \omega dx$, где ω – плотность вероятности, определяемая ψ -функцией. Если ψ -функция имеет вид, указанный на рисунке, то вероятность обнаружить электрон на участке $\frac{L}{6} < x < \frac{5L}{6}$ равна:

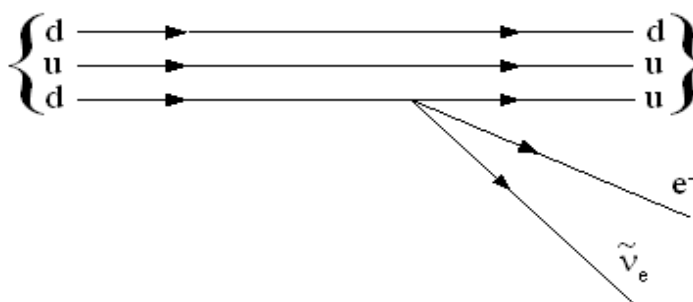
- 1) $\frac{2}{3}$; 3) $\frac{1}{2}$;
2) $\frac{1}{3}$; 4) $\frac{5}{6}$.



5 На рисунке показана диаграмма β^- -распада нуклона.

Эта диаграмма соответствует реакции:

- 1) $n \rightarrow p + e^- + \tilde{\nu}_e$;
2) $n \rightarrow n + e^- + \tilde{\nu}_e$;
3) $p \rightarrow p + e^- + \tilde{\nu}_e$;
4) $p \rightarrow n + e^- + \tilde{\nu}_e$.



6 В процессе гравитационного взаимодействия принимают участие:

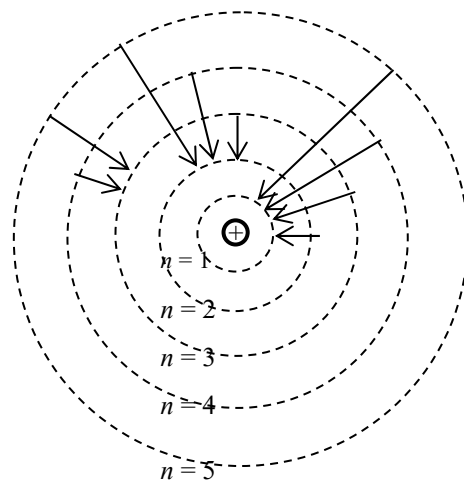
- 1) фотоны; 2) нейтрино; 3) гравитоны.

7 Если протон и нейтрон движутся с одинаковыми скоростями, то отношение их длин волн де Бройля λ_p/λ_n равно:

- 1) 4; 2) 2; 3) 1; 4) $\frac{1}{2}$.

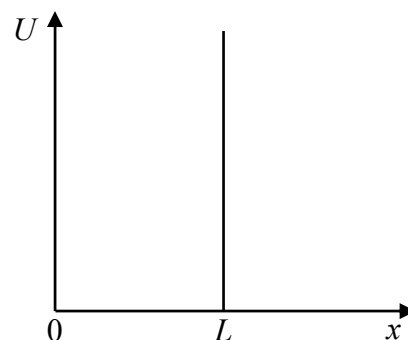
8 На рисунке изображены стационарные орбиты атома водорода согласно модели Бора и переходы электрона с одной орбиты на другую (условно), сопровождающиеся излучением кванта энергии. В ультрафиолетовой области спектра эти переходы дают серию Лаймана, в видимой – серию Бальмера, в инфракрасной – серию Пашена. Наибольшей частоте кванта в серии Лаймана соответствует переход:

- 1) $n = 5 \rightarrow n = 3$;
 2) $n = 2 \rightarrow n = 1$;
 3) $n = 3 \rightarrow n = 2$;
 4) $n = 5 \rightarrow n = 1$.



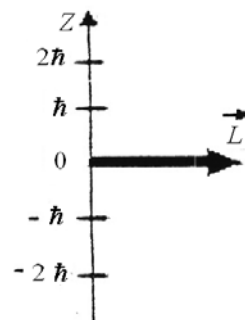
9 Волновая функция частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками шириной L имеет вид $\psi = A \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$. Величина импульса этой частицы в основном состоянии равна:

- 1) $\frac{3\pi\hbar}{2L}$; 3) $\frac{2\pi\hbar}{3L}$;
 2) $\frac{\pi\hbar}{2L}$; 4) $\frac{\pi\hbar}{L}$.



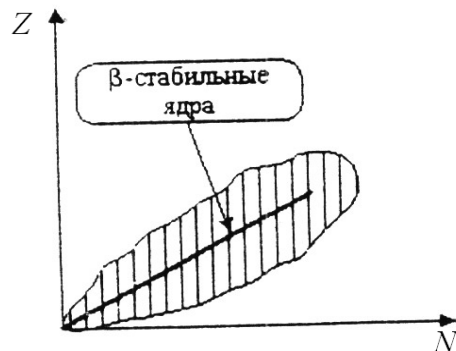
10 На рисунке приведена одна из возможных ориентаций момента импульса электрона в p -состоянии. Какие еще значения может принимать проекция момента импульса на направление Z внешнего магнитного поля:

- 1) \hbar ; 3) $-2\hbar$;
 2) $-\hbar$; 4) $2\hbar$.



11 На рисунке показана область существования β -активных ядер. Прямая линия соответствует равновесным значениям Z_β для β -стабильных ядер. Здесь Z – порядковый номер элемента, а N – число нейтронов в ядре. В области $Z < Z_\beta$:

- 1) ядра обладают избытком нейтронов и β^- -активны;
 2) ядра обладают избытком нейтронов

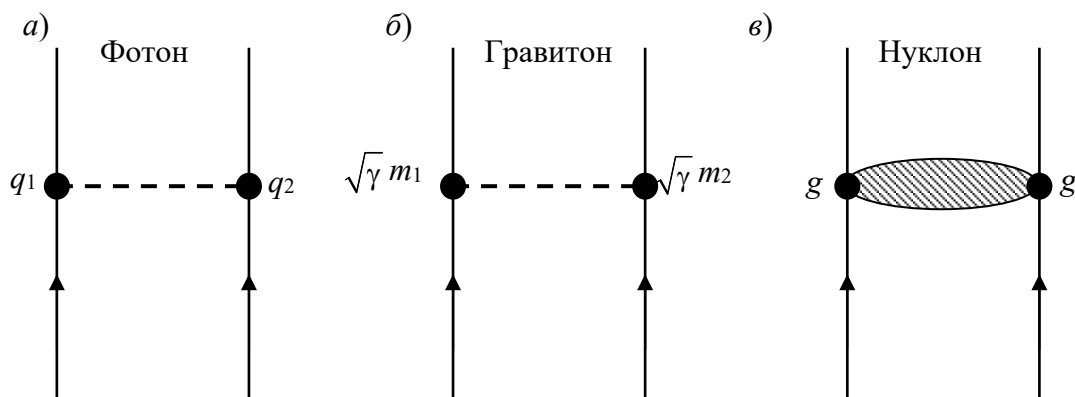


и β^+ -активны;

- 3) ядра обладают избытком протонов и β^- -активны;
- 4) ядра обладают избытком протонов и β^+ -активны.

12 Укажите квантовую схему, соответствующую гравитационному взаимодействию:

- 1) а; 2) б; 3) в.



13 Сколько α - и β^- -распадов должно произойти, чтобы ${}_{92}^{238}\text{U}$ превратился в стабильный изотоп свинца ${}_{82}^{206}\text{Pb}$:

- 1) девять α -распадов и пять β^- -распадов;
- 2) восемь α -распадов и шесть β^- -распадов;
- 3) шесть α -распадов и восемь β^- -распадов;
- 4) десять α -распадов и четыре β^- -распада.

14 Реакция распада электрона по схеме $e^- \rightarrow \gamma + \gamma + \tilde{\nu}$ невозможна вследствие невыполнения закона сохранения:

- 1) лептонного заряда; 2) энергии; 3) электрического заряда.

15 В процессе электромагнитного взаимодействия принимают участие:

- 1) фотоны; 2) нейтрино; 3) нейтроны.

16 Де Бройль обобщил соотношение $p = \frac{h}{\lambda}$ для фотона на любые волновые процессы, связанные с частицами, импульс которых равен p . Тогда, если скорость частиц одинакова, наименьшей длиной волны обладают:

- 1) нейтроны; 2) электроны; 3) α -частицы; 4) протоны.

17 Какая доля радиоактивных атомов распадется через интервал времени, равный двум периодам полураспада:

- 1) 25 %; 2) 75 %; 3) все атомы распадутся; 4) 90 %; 5) 50 %.

18 α -излучение представляет собой поток:

- 1) ядер атомов гелия;
- 2) протонов;
- 3) электронов;

4) квантов электромагнитного излучения, испускаемых атомными ядрами при переходе из возбужденного состояния в основное.

19 Известный радиоактивный химический элемент самопроизвольно распадается по схеме $X \rightarrow {}_{36}^{91}\text{Kr} + {}_{56}^{142}\text{Ba} + 3n$. Ядро этого элемента содержит:

- 1) 92 протона и 144 нейтрона; 3) 94 протона и 144 нейтрона;
2) 94 протона и 142 нейтрона; 4) 92 протона и 142 нейтрона.

20 Для ядер атомов не справедливым является утверждение:

- 1) между нуклонами в ядрах существует особое ядерное (сильное) взаимодействие;
2) масса ядра равна сумме масс составляющих его нуклонов;
3) ядра всех атомов, за исключением обычного водорода, состоят из протонов и нейтронов;
4) протон – положительно заряженная частица, нейтрон – электрически нейтральная частица.

Список литературы

1 **Савельев, И. В.** Курс общей физики: учебное пособие: в 3 т. Т. 1: Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. – 12-е изд., стер. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2016. – 432 с.

2 **Савельев, И. В.** Курс общей физики: учебное пособие: в 3 т. Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / И. В. Савельев. – 15-е изд., стер. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2019. – 496 с.

3 **Савельев, И. В.** Курс общей физики: учебное пособие: в 3 т. Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. – 19-е изд., стер. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2016. – 320 с.

4 **Трофимова, Т. И.** Курс физики: учебное пособие для втузов / Т. И. Трофимова. – Москва: Высшая школа, 2017. – 560 с.

5 **Детлаф, А. А.** Курс физики / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – Москва: Высшая школа, 2008. – 718 с.

6 **Трофимова, Т. И.** Курс физики. Задачи и решения: учебное пособие для втузов / Т. И. Трофимова, А. В. Фирсов. – Москва: Академия, 2004. – 592 с.

7 **Волькенштейн, В. С.** Сборник задач по общему курсу физики / В. С. Волькенштейн. – Москва: Наука, 2003. – 328 с.

8 **Чертов, А. Г.** Задачник по физике / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. – Москва: Альянс, 2019. – 640 с.

Приложение А (справочное)

Значения некоторых физических величин и постоянных

Таблица А.1 – Основные физические постоянные (округленные значения)

Физическая постоянная	Обозначение	Значение
Нормальное ускорение свободного падения	g	9,81 м/с ²
Гравитационная постоянная	γ	6,67·10 ⁻¹¹ м ³ /(кг·с ²)
Постоянная Авогадро	N_A	6,02·10 ²³ моль ⁻¹
Молярная газовая постоянная	R	8,31 Дж/(моль·К)
Постоянная Больцмана	k	1,38·10 ⁻²³ Дж/К
Элементарный заряд	e	1,60·10 ⁻¹⁹ Кл
Скорость света в вакууме	c	3,00·10 ⁸ м/с
Постоянная Стефана – Больцмана	σ	5,67·10 ⁻⁸ Вт/(м ² ·К ⁴)
Постоянная закона смещения Вина	b	2,9·10 ⁻³ м·К
Постоянная Планка	h	6,63·10 ⁻³⁴ Дж·с
	\hbar	1,05·10 ⁻³⁴ Дж·с
Комптоновская длина волны электрона	λ_0	2,43·10 ⁻¹² м
Магнетон Бора	μ_B	0,927·10 ⁻²³ А·м ²
Энергия ионизации атома водорода	E_i	2,18·10 ⁻¹⁸ Дж (13,6эВ)
Атомная единица массы	а. е. м.	1,660·10 ⁻²⁷ кг
Электрическая постоянная	ϵ_0	8,85·10 ⁻¹² Ф/м
Магнитная постоянная	μ_0	4 π ·10 ⁻⁷ Гн/м

Таблица А.2 – Некоторые астрономические величины

Наименование	Значение
Радиус Земли	6,37·10 ⁶ м
Масса Земли	5,98·10 ²⁴ кг
Радиус Солнца	6,95·10 ⁸ м
Масса Солнца	1,98·10 ³⁰ кг
Радиус Луны	1,74·10 ⁶ м
Масса Луны	7,33·10 ²² кг
Расстояние от центра Земли до центра Солнца	1,49·10 ¹¹ м
Расстояние от центра Земли до центра Луны	3,84·10 ⁸ м

Таблица А.3 – Плотность твердых тел

Твердое тело	Плотность, кг/м ³	Твердое тело	Плотность, кг/м ³
Алюминий	2,70·10 ³	Медь	8,93·10 ³
Барий	3,50·10 ³	Никель	8,90·10 ³
Ванадий	6,02·10 ³	Свинец	11,3·10 ³
Висмут	9,80·10 ³	Серебро	10,5·10 ³
Железо	7,88·10 ³	Цезий	1,90·10 ³
Литий	0,53·10 ³	Цинк	7,15·10 ³

Таблица А.4 – Плотность жидкостей

Жидкость	Плотность, кг/м ³	Жидкость	Плотность, кг/м ³
Вода (при 4 °С)	1,00·10 ³	Сероуглерод	1,26·10 ³
Глицерин	1,26·10 ³	Спирт	0,80·10 ³
Ртуть	13,6·10 ³		

Таблица А.5 – Плотность газов (при нормальных условиях)

Газ	Плотность, кг/м ³	Газ	Плотность, кг/м ³
Водород	0,09	Гелий	0,18
Воздух	1,29	Кислород	1,43

Таблица А.6 – Эффективный диаметр молекулы

Газ	Диаметр, м	Газ	Диаметр, м
Азот	3,0·10 ⁻¹⁰	Гелий	1,9·10 ⁻¹⁰
Водород	2,3·10 ⁻¹⁰	Кислород	2,7·10 ⁻¹⁰

Таблица А.7 – Удельная теплота парообразования воды при разных температурах

<i>t</i> , °С	0	50	100	200
<i>r</i> , МДж/кг	2,49	2,38	2,26	1,94

Таблица А.8 – Удельная теплота плавления некоторых твердых тел

Вещество	Удельная теплота плавления, кДж/кг
Алюминий	322
Железо	272
Лед	335
Медь	176

Таблица А.9 – Относительные атомные массы (округленные значения) *A* и порядковые номера *Z* некоторых элементов

Элемент	Сим-вол	<i>A</i>	<i>Z</i>	Элемент	Сим-вол	<i>A</i>	<i>Z</i>
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

Таблица А.10 – Удельная теплоемкость некоторых жидкостей (при 20 °С)

Вещество	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)
Бензол	1720
Вода	4190
Глицерин	2430
Касторовое масло	1800
Керосин	2140
Ртуть	138
Спирт	2510

Таблица А.11 – Диэлектрическая проницаемость

Диэлектрик	ϵ	Диэлектрик	ϵ
Вода	81	Слюда	7,5
Воздух	1,00058	Спирт	26
Воск	7,8	Стекло	6,0
Керосин	2,0	Фарфор	6,0
Парафин	2,0	Эбонит	2,7
Плексиглас	3,5	Масло трансформаторное	2,2
Полиэтилен	2,3		

Таблица А.12 – Удельные сопротивления проводников и изоляторов

Проводник	Удельное сопротивление (при 20 °С) ρ , нОм·м	Температурный коэффициент α , $^{\circ}\text{К}^{-1}$	Изолятор	Удельное сопротивление ρ , Ом·м
Алюминий	25	4,5	Бумага	10^{10}
Вольфрам	50	4,8	Парафин	10^{15}
Железо	98	6,5	Слюда	10^{13}
Золото	20	4,0	Фарфор	10^{13}
Медь	17	4,3	Шеллак	10^{14}
Свинец	190	4,2	Эбонит	10^{14}
Серебро	16	4,1	Янтарь	10^{17}

Таблица А.13 – Магнитные восприимчивости пара- и диамагнетиков

Парамагнетик	$(\mu - 1), 10^{-6}$	Диамагнетик	$(\mu - 1), 10^{-6}$
Азот	0,013	Водород	-0,063
Воздух	0,38	Бензол	-7,5
Кислород	1,9	Вода	-9,0
Эбонит	14	Медь	-10,3
Алюминий	23	Стекло	-12,6
Вольфрам	176	Каменная соль	-12,6
Платина	360	Кварц	-15,1
Жидкий кислород	3400	Висмут	-176

Таблица А.14 – Энергия ионизации

Вещество	E_i , Дж	E_i , эВ
Водород	$2,18 \cdot 10^{-18}$	13,6
Гелий	$3,94 \cdot 10^{-18}$	24,6
Литий	$1,21 \cdot 10^{-17}$	75,6
Ртуть	$1,66 \cdot 10^{-18}$	10,4

Таблица А.15 – Подвижность ионов в газах

Газ	Положительный ион	Отрицательный ион
Азот	$1,27 \cdot 10^{-4}$	$1,81 \cdot 10^{-4}$
Водород	$5,4 \cdot 10^{-4}$	$7,4 \cdot 10^{-4}$
Воздух	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$

Таблица А.16 – Показатель преломления

Вещество	Показатель	Вещество	Показатель
Алмаз	2,42	Глицерин	1,47
Вода	1,33	Стекло	1,50

Таблица А.17 – Работа выхода электронов

Металл	A , 10^{-19} Дж	A , эВ
Калий	3,5	2,2
Литий	3,7	2,3
Платина	10	6,3
Рубидий	3,4	2,1
Серебро	7,5	4,7
Цезий	3,2	2,0
Цинк	6,4	4,0

Таблица А.18 – Массы покоя некоторых частиц

Частица	m_0	
	кг	а. е. м.
Электрон	$9,11 \cdot 10^{-31}$	0,00055
Протон	$1,672 \cdot 10^{-27}$	1,00728
Нейтрон	$1,675 \cdot 10^{-27}$	1,00867
α -частица	$6,64 \cdot 10^{-27}$	4,00149