

ДЕ-1

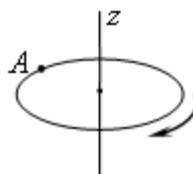
Механика

1. Кинематика поступательного и вращательного движения
2. Динамика поступательного движения
3. Динамика вращательного движения
4. Работа и энергия
5. Законы сохранения в механике
6. Элементы специальной теории относительности

ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ

Кинематика поступательного и вращательного движения

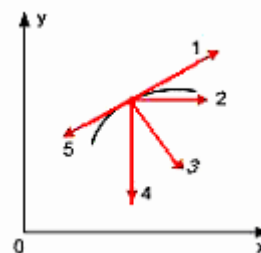
1. Диск вращается *ускоренно* вокруг неподвижной оси z . Изобразите векторы угловой скорости, углового ускорения. Для точки A изобразите векторы тангенциального, нормального и полного ускорений.



2. Материальная точка A движется по спирали с постоянной по величине скоростью в направлении, указанном стрелкой (см. рисунок). Как изменяется со временем величина ее полного, нормального и тангенциального ускорений?



3. Тело брошено под углом к горизонту и движется в поле силы тяжести Земли. На рисунке изображен восходящий участок траектории данного тела. Направления тангенциального, нормального и полного ускорений тела изображают векторы ...

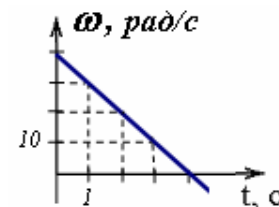


4. На рисунках представлены направления векторов скорости $\mathbf{v}$ и полного ускорения $\mathbf{a}$ для четырех материальных точек. Замедленно по дуге окружности движется точка №...



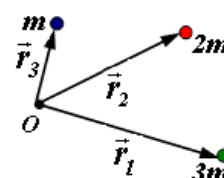
5. Вращение твердого тела происходит по закону $\varphi = 5t^3$ (рад). Его угловая скорость и угловое ускорение через 2 с после начала движения равны...

6. Тело вращается вокруг неподвижной оси. Зависимость угловой скорости от времени $\omega(t)$ приведена на рисунке. Для точки, находящейся на расстоянии $R=2$ м от оси вращения, найти нормальное ускорение в момент времени $t = 3$ с.

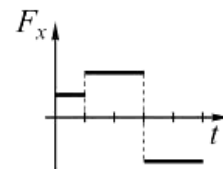


Динамика поступательного движения

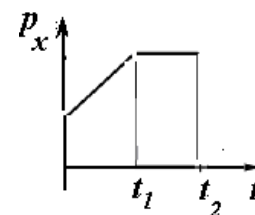
1. Напишите формулу, определяющую радиус-вектор центра масс $\vec{r}_C$ относительно точки O для системы частиц, изображенных на рисунке.



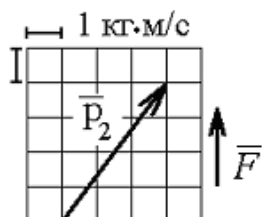
2. На покоящееся тело начинает действовать сила F_x , график временной зависимости которой представлен на рисунке. Изобразите соответствующую зависимость от времени проекции скорости тела v_x .



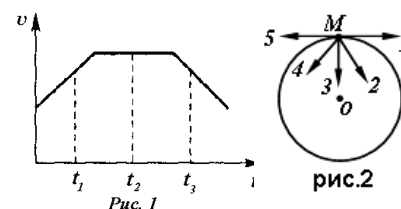
3. На рисунке представлен график зависимости от времени величины проекции импульса материальной точки $p_x(t)$. Изобразите соответствующую зависимость от времени проекции силы F_x , действующей на тело.



4. На теннисный мяч, который летел с импульсом $\vec{p}_1$, на короткое время $\Delta t = 0,1 \text{ с}$ подействовал порыв ветра с постоянной силой $F = 20 \text{ Н}$. В результате, импульс мяча стал равным $\vec{p}_2$ (масштаб и направление указаны на рисунке). Величина начального импульса $\vec{p}_1$ была равна...

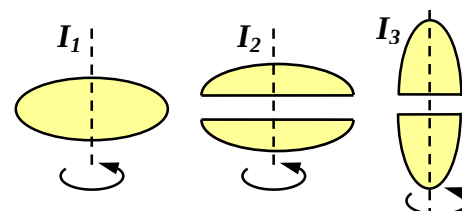


5. Материальная точка M движется по окружности *против часовой стрелки*. На *рис. 1* показан график зависимости величины ее скорости от времени. Определите направление результирующей силы (см. *рис. 2*) в момент времени t_3 .

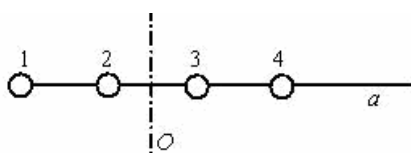


Динамика вращательного движения

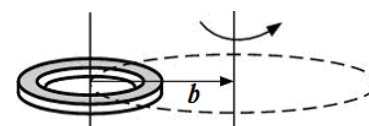
1. Из жести вырезали три одинаковые детали в виде эллипса. Две детали разрезали пополам вдоль разных осей симметрии и расположили так, как показано на рисунке. Сравните моменты инерции I_1 , I_2 и I_3 (оси и фигуры лежат в одной плоскости).



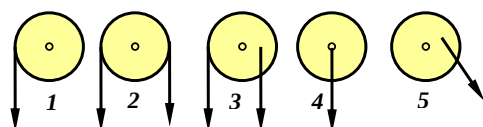
2. Четыре шарика расположены вдоль прямой a . Расстояния между соседними шариками одинаковы. Массы шариков слева направо: 1 г , 2 г , 3 г , 4 г . Если поменять местами шарик 1 и 2, то момент инерции системы относительно оси O ...



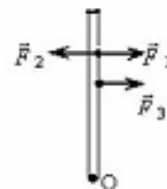
3. При расчете моментов инерции тела относительно осей, не проходящих через центр масс, используют теорему Штейнера. Во сколько раз изменится момент инерции тонкого кольца при параллельном переносе его оси вращения из центра масс на расстояние $b = 2R$?



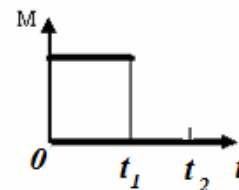
4. На рисунке изображен диск, который может свободно вращаться вокруг оси, проходящей через его центр перпендикулярно плоскости рисунка. К диску прикладывают одинаковые по величине силы, показанные на рисунке стрелками. Результирующий момент сил будет максимальным в случае...



5. К стержню одновременно приложены три одинаковые по модулю силы (см. рис.). Ось вращения перпендикулярна плоскости рисунка и проходит через точку O . Угловое ускорение направлено...



6. Если момент импульса твердого тела относительно неподвижной оси изменяется по закону: $L = at^2 + bt$ (a и b – положительные постоянные), то график соответствующей зависимости от времени величины момента сил, действующих на тело, имеет вид...

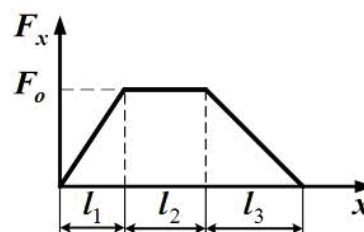


7. На неподвижный диск, закрепленный на оси, проходящей через центр диска и перпендикулярной его плоскости, действует момент сил, график временной зависимости которого изображен на рисунке. График, соответствующей зависимости величины *момента импульса* диска от времени, имеет вид...

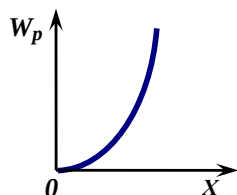
Работа. Энергия. Законы сохранения в механике

1. На частицу, находящуюся в начале координат, действует сила $\vec{F} = 2\vec{i} + 2\vec{j}$ (Н). Найти работу, совершенную этой силой при перемещении частицы в точку с координатами (1; 2).

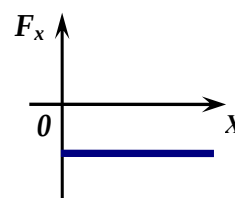
2. Тело движется вдоль оси x под действием силы, зависимость которой от координаты x представлена на рисунке. Работа силы на пути $l = l_1 + l_2 + l_3$ определяется выражением...



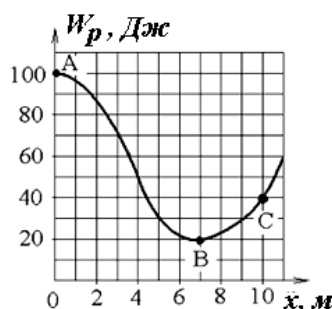
3. Тело находится в поле консервативных сил. На рисунке представлена зависимость потенциальной энергии W_p тела от координаты X . Изобразите зависимость проекции силы F_x , действующей на тело



4. Тело находится в поле консервативных сил. На рисунке представлена зависимость проекции силы F_x , действующей на тело. Изобразите зависимость потенциальной энергии W_p тела от координаты X , считая $W_p(0)=0$.



5. Небольшая шайба начинает движение без начальной скорости по гладкой ледяной горке из точки А. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Зависимость *потенциальной энергии* шайбы от координаты изображена на графике $W_p(x)$. Чему равна *кинетическая энергия* шайбы в точке В?



6. Тело массой m движется со скоростью v и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Найти количество тепла, выделившееся при абсолютно неупругом, центральном ударе.

7. На неподвижный бильярдный шар налетел другой, такой же, с импульсом $p=5 \text{ кгм/с}$. После удара шары разлетелись под углом 90° так что, импульс первого шара стал $p_1=3 \text{ кгм/с}$. Найти импульс второго шара после удара.
8. Тело брошено горизонтально с некоторой высоты h с начальной скоростью V_0 . На какой высоте кинетическая энергия тела будет равна потенциальной? Сопротивление воздуха не учитывать.
9. Два маленьких массивных шарика закреплены на концах невесомого стержня длины d . Стержень может вращаться в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей через его середину. Стержень раскрутили до угловой скорости ω_1 , совершив при этом работу A_1 . Если шарики закрепить на концах невесомого стержня длины $2d$, то работа, необходимая для его раскручивания до угловой скорости $\omega_2=2\omega_1$ будет равна...
10. Человек сидит *в центре* вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси карусели и держит в руках длинный шест за его середину. Как изменится частота вращения, если человек повернет шест из горизонтального положения в вертикальное?
11. Сплошной и полый цилиндры, имеющие одинаковые массы и радиусы, *вкатываются* на горку с одинаковой начальной скоростью. Выше поднимется...
12. Сплошная и полая сферы, имеющие одинаковые массы и радиусы, *скатываются* с горки с одинаковой высоты. Быстрее скатится...

Элементы специальной теории относительности

1. Космический корабль удаляется от Земли со скоростью $V=0,8c$ (c – скорость света в вакууме). Космонавт, находящийся на корабле, медленно поворачивает метровый стержень из положения 1, параллельного направлению движения, в положение 2, перпендикулярное этому направлению. Тогда длина стержня с точки зрения земного наблюдателя ...
2. Ракета движется относительно земного наблюдателя со скоростью $v=0,8c$ (c – скорость света в вакууме). По часам, установленным в ракете прошло 6 месяцев. Сколько месяцев прошло по часам земного наблюдателя?
3. На борту космического корабля нанесена эмблема в виде геометрической фигуры.



Из-за релятивистского сокращения длины эта фигура изменяет свою форму. Если корабль движется в направлении, указанном на рисунке стрелкой, со скоростью, сравнимой со скоростью света, то в неподвижной системе отсчета эмблема примет форму.

ДЕ-2

Молекулярная (статистическая) физика и термодинамика

1. Распределения Максвелла и Больцмана
2. Средняя энергия молекул
3. Второе начало термодинамики. Энтропия. Циклы
4. Первое начало термодинамики. Работа при изопроцессах

ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ

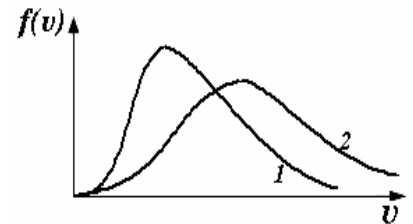
Распределения Максвелла и Больцмана

1. На рисунке приведены кривые распределения молекул идеального газа по абсолютным значениям скоростей (распределение Максвелла)

для двух температур (кривая 1 и кривая 2). Здесь $f(v)dv = \frac{dN}{N}$ –

доля молекул, скорости которых заключены в интервале $[v; v + dv]$.

Сравните температуры газа и площади под кривыми.



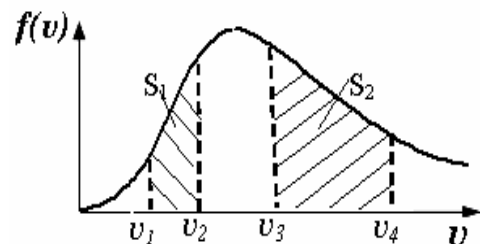
2. На рисунке (см. выше) приведены кривые распределения молекул идеального газа по величине скорости (распределение Максвелла) для двух *различных* газов, которые находятся при одинаковой температуре. Сравните молярные массы газов и площади под кривыми

3. На рисунке представлено распределение молекул идеального газа по абсолютным значениям скоростей (распределение Максвелла) для некоторой температуры T .

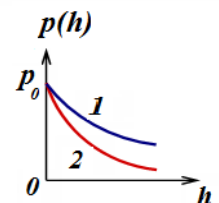
Здесь $f(v)dv = \frac{dN}{N}$ – доля молекул, скорости которых

заключены в интервале $[v; v + dv]$. Сравните

относительное число молекул, скорости которых лежат в интервалах $[v_1; v_2]$ и $[v_3; v_4]$ соответственно.



4. На рисунке приведен график зависимости давления идеального газа от высоты (барометрическая формула) в гравитационном поле Земли для двух температур (кривая 1 и кривая 2). Сравните температуры газа.

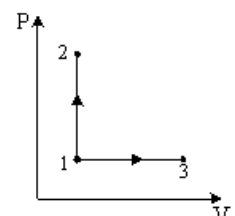


5. На рисунке (см. выше) приведен график зависимости давления идеального газа от высоты (барометрическая формула) в гравитационном поле Земли для двух *различных* газов при одинаковой температуре (кривая 1 и кривая 2). Сравните молярные массы газов.

Термодинамика

1. Чему равна средняя кинетическая энергия одноатомных, двухатомных и многоатомных молекул с *жесткой* связью? Чему равна их средняя кинетическая энергия поступательного и вращательного движений?

2. Найдите отношение молярных теплоемкостей в процессах 1-2 и 1-3 для различных идеальных газов (одно-, двух- и трехатомных).



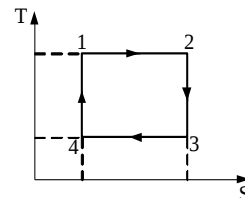
3. Установите, какое из приведенных ниже соотношений, будет справедливым для процесса *адиабатического расширения* идеального газа. (Здесь ΔU – изменение внутренней энергии идеального газа, A – работа газа, Q – количество теплоты, сообщаемое газу).

1) $Q=0$; $A>0$; $\Delta U<0$

2) $Q<0$; $A<0$; $\Delta U=0$

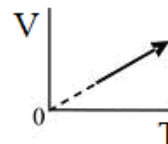
3) $Q>0$; $A>0$; $\Delta U=0$

4. На рисунке изображен цикл Карно в координатах (T,S). Что происходит с внутренней энергией газа на этапах, когда нет теплообмена с окружающей средой?



5. Что происходит с внутренней энергией, температурой и энтропией идеального газа в процессе его сжатия без теплообмена с окружающей средой?

6. Напишите первое начало термодинамики для идеального газа, который испытывает процесс, изображенный на рисунке.

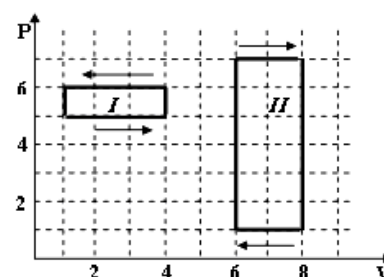


7. Для каких процессов первое начало термодинамики можно, записать в виде:

1) $\delta Q = dU$;

2) $\delta Q = 0$.

8. На (P,V) – диаграмме изображены два циклических процесса. Отношение работ, совершенных в циклах A_I/A_{II} , равно...



ДЕ-3

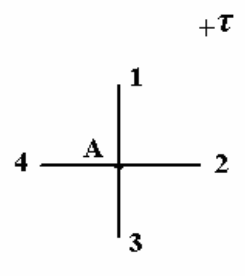
Электричество и магнетизм

1. Электростатическое поле в вакууме
2. Законы постоянного тока
3. Магнитостатика
4. Явление электромагнитной индукции
5. Электрические и магнитные свойства вещества
6. Уравнения Максвелла

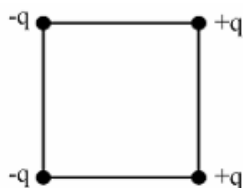
ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ

Электростатика

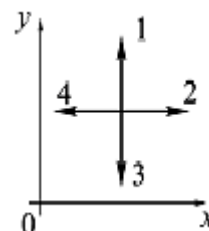
1. Поле создано бесконечной равномерно заряженной нитью с линейной плотностью заряда $+\tau$. Укажите направление градиента потенциала в точке A .



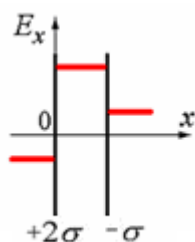
2. Каждый из четырех одинаковых по величине точечных зарядов, расположенных в вершинах квадрата (см. рис.), создает в точке пересечения диагоналей электрическое поле, напряженность которого равна E . Найти величину и направление напряженности электрического поля в этой точке.



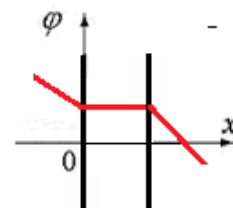
3. В некоторой области пространства создано электростатическое поле, потенциал которого определяется функцией $\varphi = -2x^2$. Вектор напряженности электрического поля в точке пространства, показанной на рисунке, имеет направление ...



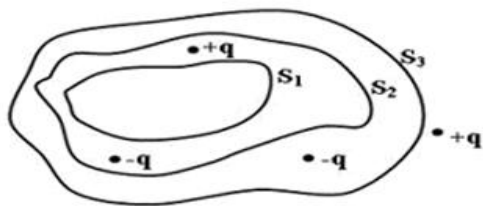
4. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными плоскостями, заряженными с поверхностными плотностями $+2\sigma$ и $-\sigma$. На рисунке дана зависимость проекции напряженности этого поля E_x от координаты x (вне пластин и между пластинами). Изобразите соответствующую качественную зависимость потенциала $\varphi(x)$ поля от координаты x .



5. Электрическое поле создается двумя равномерно заряженными бесконечными параллельными плоскостями. На рисунке дана зависимость потенциала φ этого поля от координаты x (вне пластин и между пластинами). Изобразите соответствующую качественную зависимость проекции напряженности поля E_x на ось x .

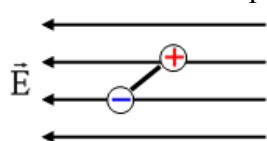


6. Дана система точечных зарядов в вакууме и замкнутые поверхности S_1 , S_2 и S_3 , причем поверхность S_3 охватывает поверхность S_2 , которая в свою очередь охватывает поверхность S_1 . Найти поток вектора напряженности электростатического поля $\mathbf{E}$ через указанные поверхности.



7. Отсоединенный от источника тока (присоединенный к источнику) конденсатор, заполненный диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ , имеет энергию W . Если удалить диэлектрик, то энергия электрического поля конденсатора станет равной...

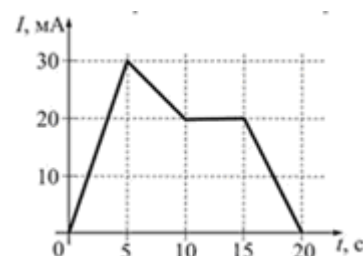
9. Жесткий электрический диполь находится в однородном электростатическом поле (см. рис.)



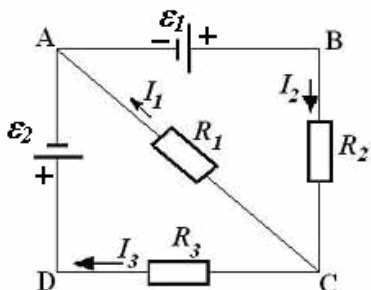
Найти направление момента сил, действующего на диполь.

Законы постоянного тока

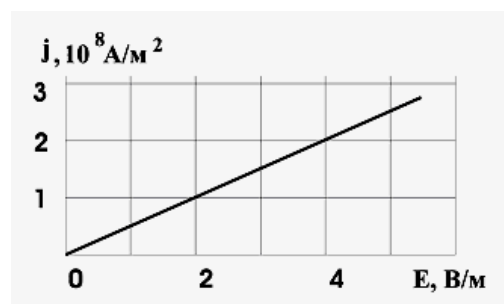
1. На рисунке показана зависимость силы тока в электрической цепи от времени. Заряд, прошедший по проводнику за время от 0 с до 20 с (в мКл) равен...



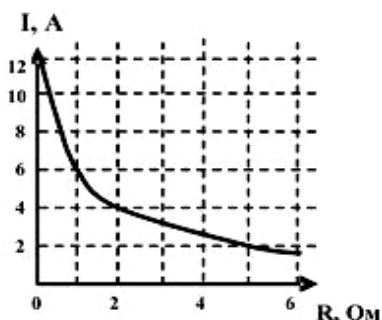
2. На рисунке дана схема электрической цепи, включающая два источника с ЭДС $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$ (внутренними сопротивлениями источников можно пренебречь) и три резистора с сопротивлениями R_1 , R_2 и R_3 . Направления токов в ветвях показаны стрелками. Считая положительным направление обхода контура по часовой стрелке, записать уравнение по второму правилу Кирхгофа для контура ABCA



3. На графике представлена зависимость плотности тока в проводнике от напряженности электрического поля. Удельное сопротивление проводника в единицах Ом·м равно ...

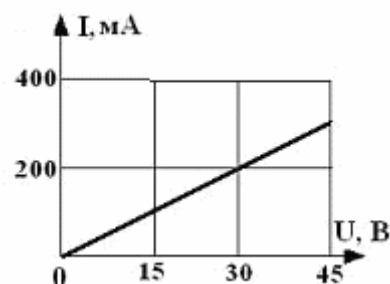


4. К источнику с ЭДС 12 В подключен реостат. На рисунке показан график зависимости силы тока в реостате от его сопротивления. Внутреннее сопротивление источника равно...



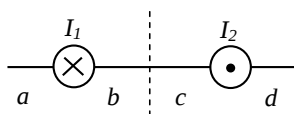
5. Лампочки 25 Вт и 100 Вт, рассчитанные на одно и то же напряжение, соединены последовательно и включены в сеть. Отношение количества теплоты, выделившейся на первой и второй лампочках за одно и то же время, равно...

6. На рисунке представлена зависимость силы тока, протекающего через однородный участок цепи, от напряжения. Количество теплоты (в Дж), которое выделится на этом участке за минуту при напряжении 30 В, равно...

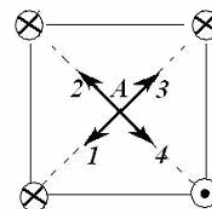


Магнитостатика

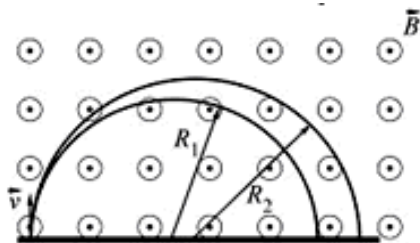
1. На рисунке изображены сечения двух параллельных прямолинейных длинных проводников с противоположно направленными токами, причем $I_1 > I_2$. Точка, в которой индукция $\vec{B}$ магнитного поля равна нулю, находится на участке



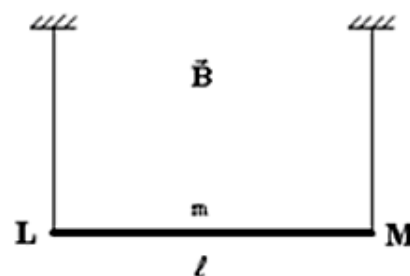
2. На рисунке изображены сечения четырех параллельных прямолинейных длинных проводников, расположенных в вершинах квадрата. Если по проводникам протекают одинаковые по величине токи, то вектор магнитной индукции $\vec{B}$ результирующего магнитного поля в точке А, расположенной в центре квадрата, имеет направление...



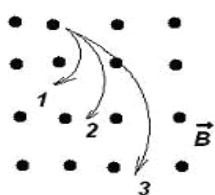
3. Пучок однократно ионизированных изотопов лития ${}^6\text{Li}$ и ${}^7\text{Li}$, ускоренных одинаковой разностью потенциалов, влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции (рис). Найти отношение радиусов окружностей, по которым движутся ионы.



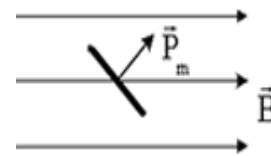
4. На рисунке изображен проводник массой m , подвешенный на проводящих нитях, через которые подведен ток. Укажите, при каких направлениях тока и вектора магнитной индукции сила натяжения нитей может быть равна нулю.



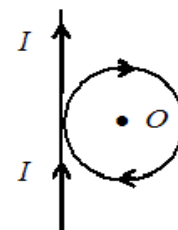
5. Ионы, имеющие одинаковые скорости, но разные удельные заряды, влетают в однородное магнитное поле. Их траектории приведены на рисунке. Какой траектории соответствует величина наибольшего удельного заряда e/m ?



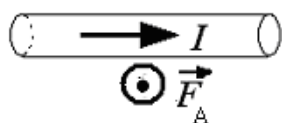
6. Рамка с током находится в однородном магнитном поле. Если магнитный момент рамки направлен так, как указано на рисунке, то момент сил, действующих на рамку направлен...



7. Бесконечно длинный прямолинейный проводник образует плоскую петлю в виде окружности (см. рис.). Укажите направление вектора магнитной индукции поля в точке O.

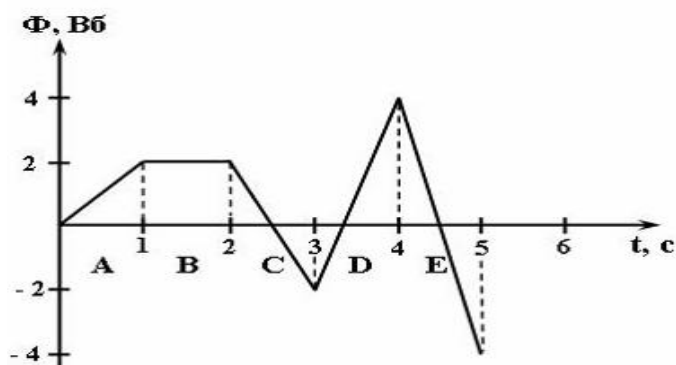


8. В однородном магнитном поле на горизонтально расположенный прямой проводник с током действует сила Ампера, направленная «на нас» (см. рис.). Определить направление вектора магнитной индукции.



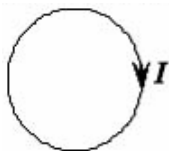
Явление электромагнитной индукции

1. На рисунке показана зависимость от времени магнитного потока, пронизывающего некоторый контур. Найти величину ЭДС индукции на интервалах: А и В.

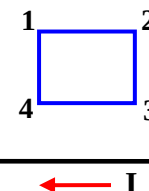


2. На рисунке показана зависимость силы тока от времени в электрической цепи с индуктивностью 1 мГн . Найти модуль среднего значения ЭДС самоиндукции для различных временных интервалов.

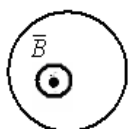
3. Сила тока в проводящем круговом контуре с индуктивностью 10 мГн зависит от времени по закону $I = 2 + 0,5t \text{ (А)}$. Направление тока указано на рисунке. Найти абсолютную величину ЭДС самоиндукции и направление индукционного тока



4. На рисунке показан длинный проводник с током, около которого находится небольшая проводящая рамка. При *выключении* в проводнике тока в рамке возникает индукционный ток в направлении...



5. Проводник в форме кольца помещен в однородное магнитное поле (см. рис.). Индукция магнитного поля увеличивается со временем. Индукционный ток в проводнике направлен...



Электрические и магнитные свойства вещества

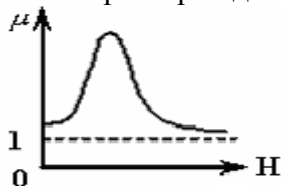
1. На рисунке приведены качественные зависимости намагниченности магнетика I от напряженности магнитного поля H . Укажите зависимость, соответствующую ферромагнетикам.



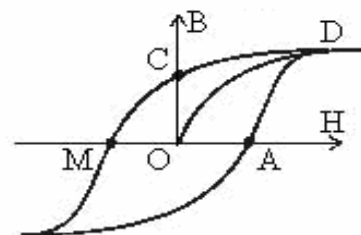
2. Диэлектрическая проницаемость, величина которой достигает $\epsilon \approx 10^4$, характерна для ...

3. Магнитная проницаемость, величина которой $\mu = 0.9992$, характерна для ...

4. Представленная на рисунке зависимость магнитной проницаемости μ от внешнего магнитного поля характерна для ...



5. На рисунке приведена петля гистерезиса (B – индукция, H – напряженность магнитного поля). Остаточной индукции соответствует отрезок ...



Уравнения Максвелла

1. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

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

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

Укажите следствием каких уравнений являются следующие утверждения:

- в природе не существует магнитных зарядов (магнитных монополей);
- источником магнитного поля помимо токов проводимости является изменяющееся со временем электрическое поле;
- переменное магнитное поле порождает вихревое электрическое поле;

2. Как будет выглядеть приведенная выше система уравнений Максвелла:

- для стационарного электромагнитного поля при наличии заряженных тел и токов проводимости;
- для переменного электромагнитного поля в отсутствие заряженных тел и токов проводимости

3. В каком из приведенных ниже уравнений утверждается потенциальный характер электростатического поля и соответственно вихревой характер магнитного поля?

$$\oint_S \vec{E}_n dS = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

$$\oint_S \vec{B}_n dS = 0$$

$$\oint_L \vec{E}_l dl = 0$$

$$\oint_L \vec{B}_l dl = \mu_0 \sum_k I_k$$

Механические и электромагнитные колебания и волны

1. Свободные и вынужденные колебания
2. Сложение гармонических колебаний
3. Волны. Уравнение волны
4. Энергия волны. Перенос энергии волной

ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ

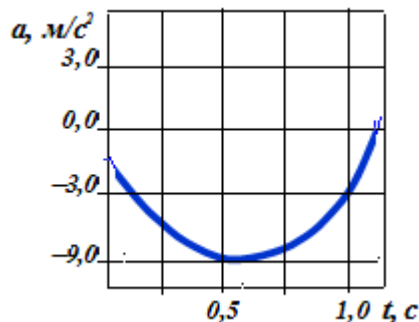
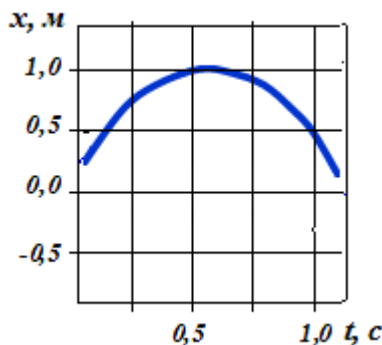
1. Материальная точка совершает гармонические колебания с амплитудой $A=10\text{ см}$ и периодом $T=10\text{ с}$. Если в начальный момент времени смещение точки максимально, то уравнение колебаний (в СИ) имеет вид ...

2. Материальная точка совершает гармонические колебания по закону $x = 0.5 \cos\left(0.3\pi t + \frac{\pi}{5}\right) (\text{м})$.

Найти максимальное значение ее скорости и ускорения.

3. Материальная точка совершает колебания по закону $x = 0.02 \cos 20\pi t (\text{м})$. Частота ν , период T и амплитуда колебаний A в (СИ) соответственно равны...

4. На рисунках изображены зависимости от времени координаты и ускорения материальной точки, колеблющейся по гармоническому закону.



Определить период колебаний и амплитудное значение скорости точки.

5. Материальная точка совершает гармонические колебания по закону $x = 18 \cos\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{\pi}{5}\right)$.

Соответствующее уравнение для ее ускорения имеет вид ...

6. Колебания пружинного маятника происходят под действием силы $F = -2x (\text{Н})$. Если амплитуда колебаний $A = 10 \text{ см}$, то полная энергия колебаний будет ...

7. Тело массой $m = 3 \text{ кг}$ колеблется по закону $x = 0.1 \sin 20t (\text{м})$. Определить его максимальную кинетическую, потенциальную и полную энергию.

8. Найти период колебаний и длину математического маятника, гармонические колебания

которого описываются дифференциальным уравнением $\frac{d^2x}{dt^2} + 16x = 0$ (принять $g = 10 \text{ м/с}^2$).

9. Какие силы действуют на пружинный маятник, движение которого описывается

дифференциальным уравнением $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = 0$

10. Приведите в соответствие дифференциальное уравнение (1, 2, 3) и тип колебаний, которое это уравнение описывает (A, B, C).

1) $\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = f_0 \cos \Omega t$

A) свободные затухающие колебания

2) $\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$

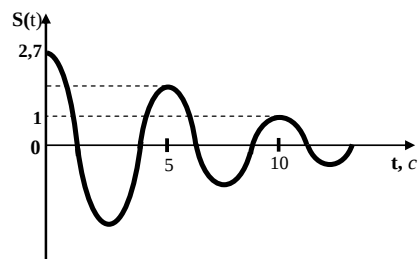
B) вынужденные колебания

3) $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$

C) свободные незатухающие (гармонические) колебания

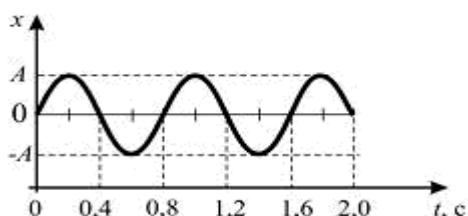
11. На рисунке изображен график затухающих колебаний, где S – колеблющаяся величина, описываемая уравнением:

$S(t) = A_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \sin(\omega t + \varphi)$. Найти время релаксации τ и коэффициент затухания (принять $e = 2,7$).

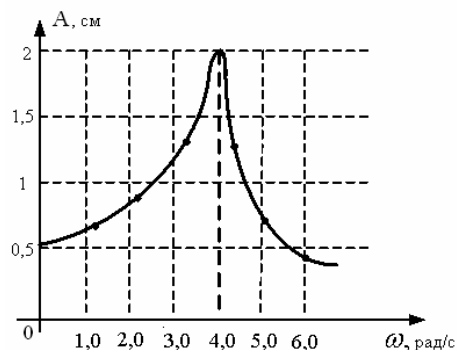


12. Уменьшение амплитуды колебаний в системе с затуханием характеризуется временем релаксации. Если при неизменной массе увеличить в n раз коэффициент трения среды, то время релаксации...

13. Свободные гармонические колебания тела описываются графиком, представленном на рисунке. На тело начинает действовать периодическая вынуждающая сила. Колебания войдут в резонанс при частоте вынуждающей силы ...



14. На рисунке представлена зависимость амплитуды колебаний груза массой 4 кг на пружине от частоты внешней силы при слабом затухании. Найти жесткость пружины.

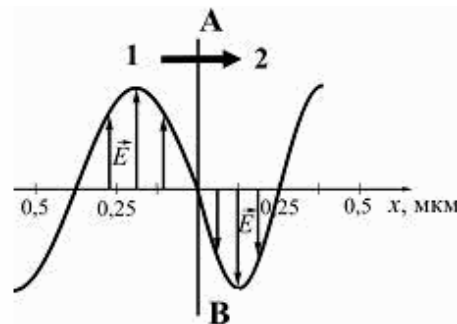


15. Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами и равными амплитудами A_0 . Найти амплитуду результирующего колебания при разности фаз, равной: 0 ; π ; $\pi/2$; $\pi/3$; $2\pi/3$.

16. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX, имеет вид $\xi(x,t) = 0.1 \cos(100t - 2x)$ м. Найти длину волны и скорость ее распространения.

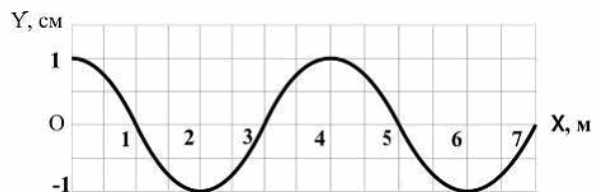
17. Напишите уравнение бегущей плоской волны, если ее амплитуда $A = 5 \text{ м}$, период колебаний $T = 3,14 \text{ с}$, длина волны $\lambda = 62,8 \text{ м}$.

18. На рисунке представлена мгновенная «фотография» электрической составляющей электромагнитной волны, переходящей из среды 1 в среду 2 перпендикулярно границе раздела сред АВ. Если среда 1 - вакуум, то скорость света в среде 2 равна ...



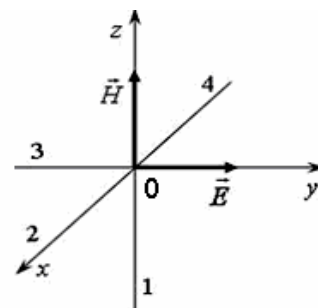
19. Сейсмическая упругая волна падает на границу раздела между двумя слоями земной коры с различными свойствами. Углы падения и преломления равны соответственно 30° и 45° . Если скорость волны в первой среде была 3 км/с , то во второй среде волна будет распространяться со скоростью ...

20. Профиль бегущей поперечной волны с периодом колебаний 10 мс представлен на рисунке. Скорость распространения волны равна ...



21. В упругой среде распространяется плоская синусоидальная волна. Как изменится плотность потока энергии волны при изменении амплитуды волны в 2 раза и одновременном уменьшении ее частоты в 4 раза?

22. На рисунке показана ориентация векторов напряженности электрического и магнитного полей в электромагнитной волне. Вектор плотности потока энергии электромагнитного поля ориентирован в направлении...



Волновая и квантовая оптика

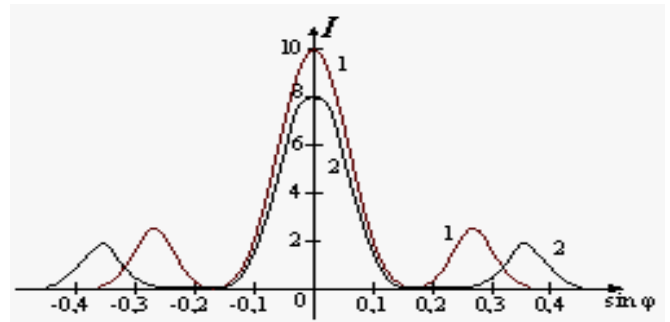
1. Интерференция и дифракция света
2. Поляризация и дисперсия
3. Тепловое излучение. Фотоэффект
4. Эффект Комптона. Световое давление

ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ

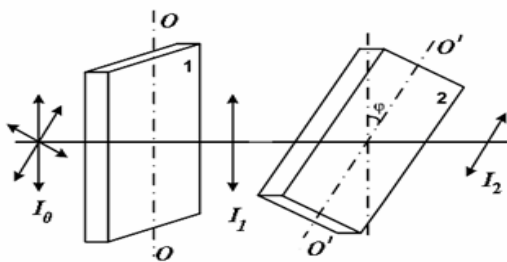
Волновая оптика

1. Разность хода двух интерферирующих лучей монохроматического света равна $\lambda/4$. При этом разность фаз колебаний составляет ...
2. В т. A приходят волны от двух когерентных источников с длиной волны 400 нм. Укажите, при каких значениях разности хода в т. A будет наблюдаться максимум (минимум) интерференции.
3. Тонкая пленка вследствие явления интерференции в отраженном свете имеет зеленый цвет. Как будет меняться цвет пленки: при уменьшении ее толщины?

4. На рисунке схематически представлены дифракционные картины, полученные при последовательном освещении дифракционной решетки излучением от двух источников. Сравните интенсивности (I_1, I_2) и длины волн (λ_1, λ_2) источников для рассматриваемого случая.

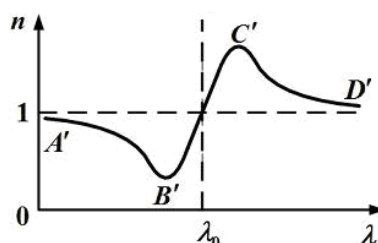
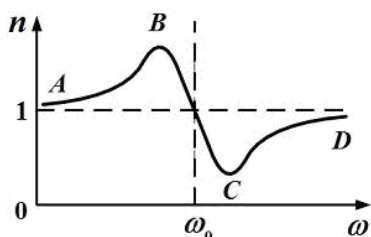


5. На пути естественного света, интенсивность которого I_0 , помещены две пластинки турмалина.



После прохождения пластинки 1 свет полностью поляризован. Если I_1 и I_2 — интенсивности света, прошедшего пластинки 1 и 2 соответственно, то отношение I_2/I_0 при угле $\varphi = 30^\circ$ (поглощение света отсутствует) равно...

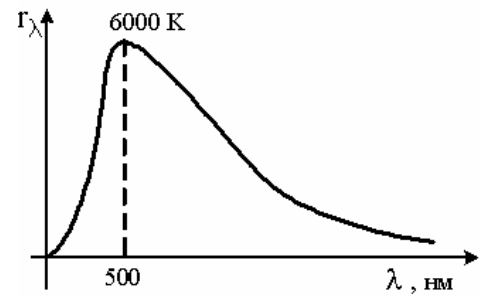
6. При падении света из воздуха на диэлектрик отраженный луч полностью поляризован при угле падения 30° . При этом преломленный луч составляет с нормалью угол...
7. При падении света из воздуха на диэлектрик под углом Брюстера отраженный луч становится полностью поляризованным. Если угол Брюстера $i_{Бр.} = 60^\circ$, то показатель преломления диэлектрика равен ...
8. Графики дисперсионных кривых (зависимости показателя преломления среды от частоты и длины волны) имеют вид, представленный на рисунках. Укажите участки, которые соответствуют областям нормальной и аномальной дисперсии.



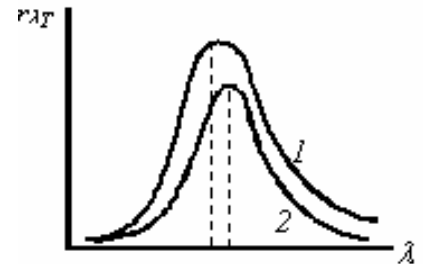
длина волны) имеют вид, представленный на рисунках. Укажите участки, которые соответствуют областям нормальной и аномальной дисперсии.

Квантовая оптика

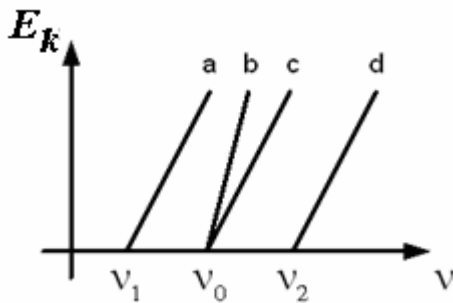
1. На рисунке показана кривая зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при $T=6000\text{K}$. Найти длину волны, соответствующую максимуму излучения абсолютно черного тела при *уменьшении (увеличении)* температуры тела в 2 раза. Как изменится при этом площадь под кривой?



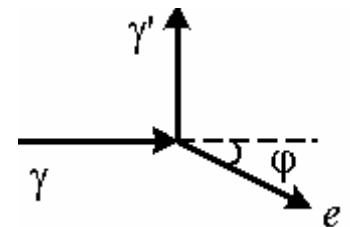
2. На рис. представлено распределение энергии в спектре АЧТ для двух температур T_1 (кривая 1) и T_2 (кривая 2). Сравните температуры и энергетическими светимостями (R_T) тела.



3. На приведенном рисунке на осях X и Y отложены соответственно частота света ν и кинетическая энергия E_k фотоэлектронов, вырываемых с поверхности фотокатода. Для некоторого материала фотокатода исследованная зависимость на рисунке представлена линией c. При замене материала фотокатода на материал с *меньшей работой выхода* новой зависимости будет соответствовать...



4. 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 $p_\gamma = 6(\text{МэВ} \cdot \text{с})/\text{м}$, то импульс рассеянного фотона p'_γ и импульс электрона отдачи p_e (в тех же единицах) соответственно равны ...



5. На черную пластинку падает поток света. Как изменится световое давление, если число фотонов, падающих на единицу поверхности в единицу времени увеличить в 4 раза, а черную пластинку заменить зеркальной?

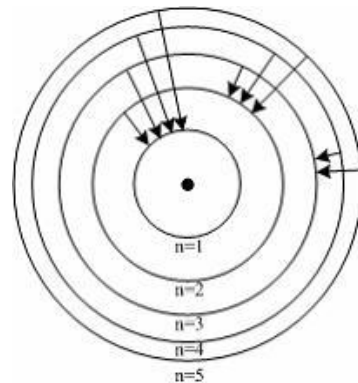
6. Параллельный пучок света падает на зачерненную плоскую поверхность под углом 60° (угол падения отсчитывается от нормали к поверхности), производя давление P . При нормальном падении на зеркальную поверхность давление света...

ДЕ-6

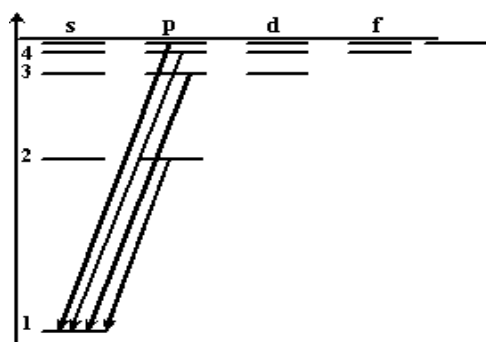
Квантовая физика и физика атома

1. Спектр атома водорода. Правило отбора
2. Дуализм свойств микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга
3. Уравнения Шредингера (общие свойства)
4. Уравнение Шредингера (конкретные ситуации)

1. На рисунке условно изображены переходы электрона с одной стационарной орбиты на другую, сопровождающиеся излучением кванта энергии. В ультрафиолетовой области спектра эти переходы дают серию Лаймана, в видимой – серию Бальмера, в инфракрасной – серию Пашена. Наибольшей (наименьшей) длине волны кванта в серии Бальмера соответствует переход...



2. На рисунке схематически представлена система энергетических уровней атома водорода.

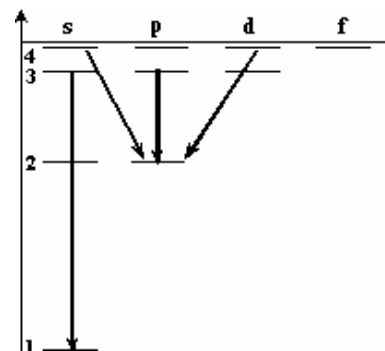


Укажите, какие переходы обуславливают испускание:

- головных линий серии Лаймана и Бальмера
- линии серии Лаймана с минимальной длиной волны

3. Закон сохранения момента импульса накладывает определенные ограничения (правила отбора). Укажите, какие переходы в энергетическом спектре атома водорода (рис.) являются запрещенными:

$3p - 2p$ $4s - 2p$ $4d - 2p$ $3s - 1s$



4. Если скорость нейтрона в 2 раза меньше скорости α -частицы, то отношения их длин волн де Бройля $\lambda_n / \lambda_\alpha$ равно ...

5. Найти отношение длин волн де Бройля протона и α -частицы, ускоренных одинаковой разностью потенциалов

6. Скорость электрона измерена с точностью $\sim 100 \text{ м/с}$. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, оценить неопределенность в положении электрона.

7. Среднее время жизни атома в возбужденном состоянии $\sim 10^{-8} \text{ с}$. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16} \text{ эВ} \cdot \text{с}$, оценить ширину соответствующего энергетического уровня (в эВ).

8. Укажите, квантование какой из физических величин определяется а) главным квантовым числом; б) орбитальным (азимутальным) квантовым числом; в) магнитным орбитальным квантовым числом; г) магнитным спиновым квантовым числом.

- величину орбитального момента импульса электрона в атоме
- проекцию орбитального момента импульса электрона на заданное направление
- проекцию спинового момента импульса электрона на заданное направление
- энергию стационарного состояния электрона в атоме водорода

9. Укажите, какое из приведенных ниже уравнений является уравнением Шредингера:

- для стационарных состояний (общего вида)
- для гармонического осциллятора
- для водородоподобного атома
- для нестационарных состояний
- для частицы, находящейся в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме

$$(1) \quad \Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \psi = 0$$

$$(2) \quad \frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0$$

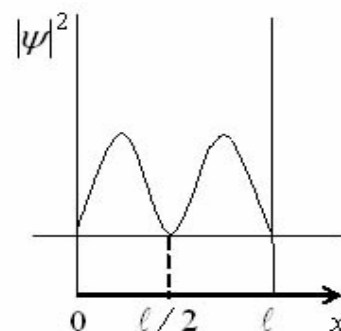
$$(3) \quad \Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \psi = 0$$

$$(4) \quad -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U(x, y, z, t) \Psi = i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$$

$$(5) \quad \frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$$

10. На рисунке изображена плотность вероятности обнаружения микрочастицы на различных расстояниях от «стенок» потенциальной ямы. Найти вероятность ее обнаружения на участках:

- $l/4 < x < 3l/4$
- $0 < x < 3l/4$
- $l/2 < x < 3l/4$
- $l/2 < x < l$



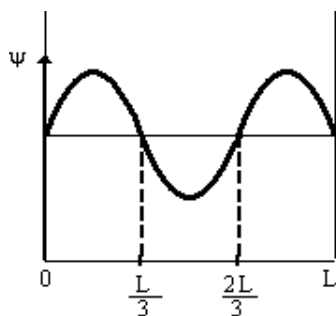
11. На рисунке изображена волновая функция электрона, находящегося в одномерном потенциальном ящике с бесконечно высокими стенками.

Найти вероятность обнаружения электрона на участках:

$$\frac{L}{6} < x < \frac{5L}{6}$$

$$\frac{L}{3} < x < \frac{2L}{3}$$

$$\frac{L}{6} < x < \frac{L}{3}$$



ДЕ-7

Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц

1. Ядро. Элементарные частицы
2. Ядерные реакции
3. Законы сохранения в ядерных реакциях
4. Фундаментальные взаимодействия

ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ

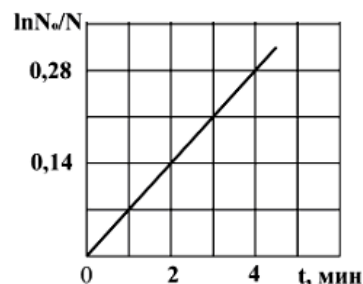
1. Выберите элементарные частицы, которые относятся к *фундаментальным*: электрон, мюон, позитрон, протон, нейтрон, нейтрино, π^0 –мезон, кварки, антипротон, α -частица.

2. Энергию связи ядра можно вычислять по следующим формулам ...

1. $[Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{я}}]c^2$
2. $[Zm_p + (A - Z)m_n] - m_{\text{я}}$
3. $[Zm_H + (A - Z)m_n - m_a]c^2$
4. $[Zm_H + (A - Z)m_n] - m_a$

3. Сколько α - и β - распадов должно произойти, чтобы торий $^{90}\text{Th}_{232}$ превратился в стабильный изотоп свинца $^{82}\text{Pb}_{208}$?

4. На графике в полулогарифмическом масштабе изображена зависимость изменения числа радиоактивных ядер изотопа Mg^{27}_{12} от времени. Постоянная радиоактивного распада и период полураспада равны ...



5. Установите соответствие процессов взаимопревращения частиц

β^- - распад		${}^1_1p + {}^0_{-1}e \rightarrow {}^1_0n + \nu_e$
β^+ - распад		${}^0_{-1}e + {}^0_{+1}e \rightarrow 2\gamma$
К- захват		${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e + \tilde{\nu}_e$
аннигиляция		${}^1_1p \rightarrow {}^1_0n + {}^0_{+1}e + \nu_e$

6. В ядерной реакции $\text{C}^{14}_6 + \text{He}^4_2 \rightarrow \text{O}^{17}_8 + X$ буквой X обозначена частица ...

7. Реакции: 1) $p + n \rightarrow e^+ + \nu_e$; 2) $n \rightarrow p + e^+ + \nu_e$; 3) $n \rightarrow p + e^-$

не могут идти, т.к. при этом происходит нарушение закона сохранения ...

- электрического заряда
- лептонного заряда
- барионного заряда
- спинного момента импульса

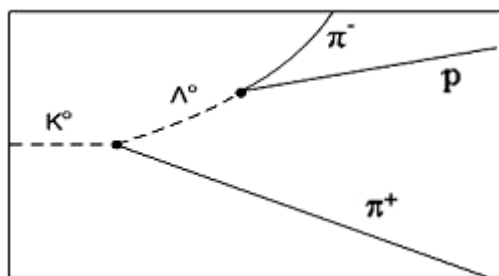
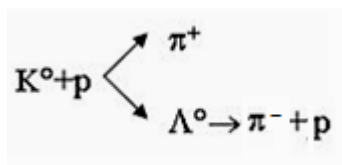
8. Установите соответствие между видами фундаментальных взаимодействий: (электромагнитное); (слабое); (сильное) и радиусами их действия: (10^{-18} м); (10^{-15} м); (∞).

9. Расположите фундаментальные взаимодействия (сильное, слабое, электромагнитное, гравитационное) в порядке возрастания их сравнительной интенсивности.

10. В каких взаимодействиях, могут участвовать:

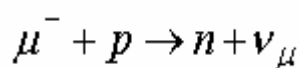
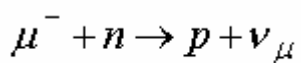
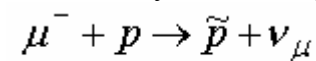
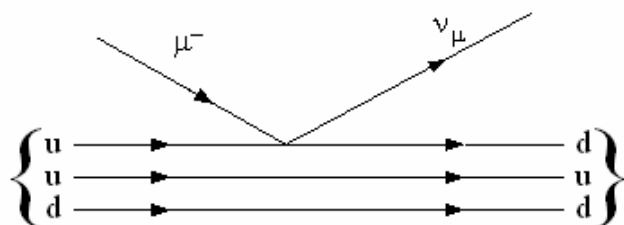
- лептоны, обладающие электрическим зарядом
- нейтральные лептоны
- кварки
- нуклоны
- все виды нейтрино
- антикварки

11. На рисунке показана фотография взаимодействия K^0 - мезона с протоном в водородной пузырьковой камере. Эта реакция идет по схеме:



Если спин π - мезона равен нулю, то спин K^0 - мезона и спин Λ^0 - гиперона будут равны...

12. На рисунке показана кварковая диаграмма захвата нуклоном мюона μ^- . Какой реакции соответствует эта диаграмма?



13. На рисунке показаны две кварковые диаграммы распада нуклона. Превращение протона в нейтрон иллюстрирует диаграмма ...

