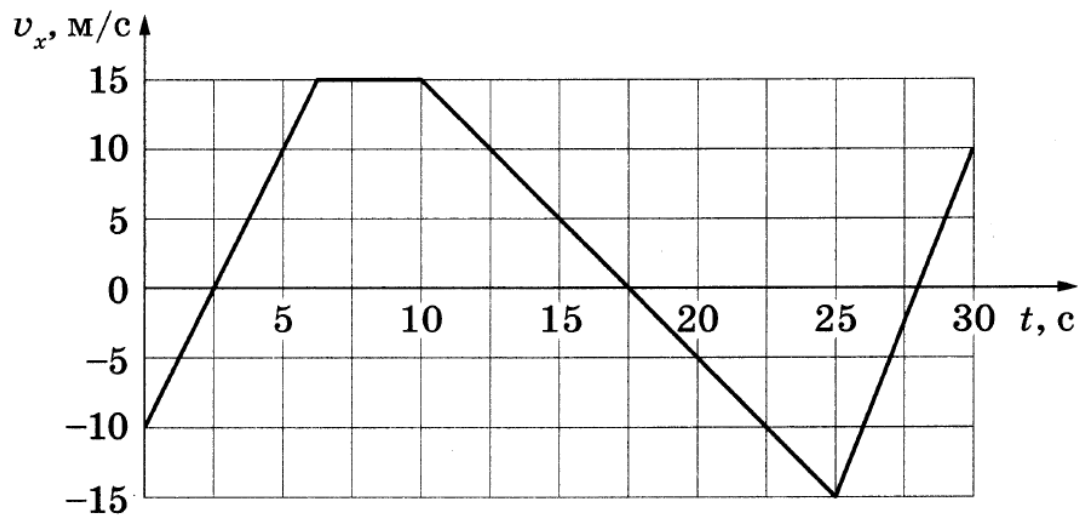


1

На рисунке приведён график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .



Определите проекцию a_x ускорения этого тела в момент времени 26 секунд.

Ответ: _____ м/с².

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

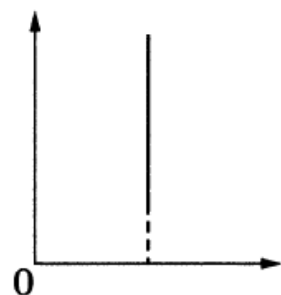
- 1) Сила трения, действующая на покоящуюся шайбу, лежащую на наклонной плоскости, по мере уменьшения угла наклона уменьшается.
- 2) При изотермическом расширении постоянной массы идеального газа его внутренняя энергия уменьшается.
- 3) В металлических проводниках электрический ток представляет собой упорядоченное движение свободных электронов, происходящее на фоне их теплового движения.
- 4) Разноимённые полюса постоянных магнитов отталкиваются друг от друга.
- 5) Под энергией связи ядра понимают ту энергию, которая необходима для отрыва от ядра всех электронов нейтрального атома.

Ответ: _____.

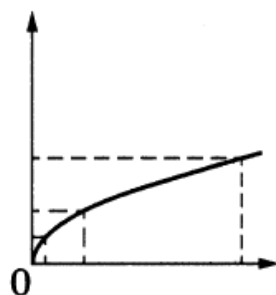
Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость частоты свободных колебаний пружинного маятника с грузом массой m от жёсткости пружины;
- Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от его объёма в изотермическом процессе;
- В) зависимость сопротивления цилиндрического алюминиевого проводника площадью поперечного сечения S от его длины.

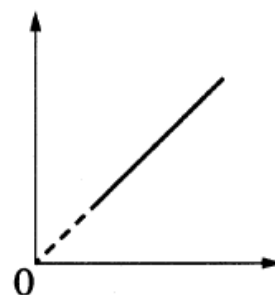
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В выберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



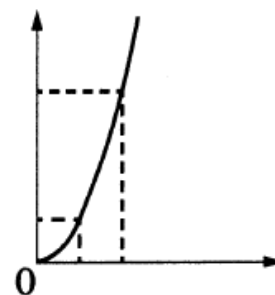
(1)



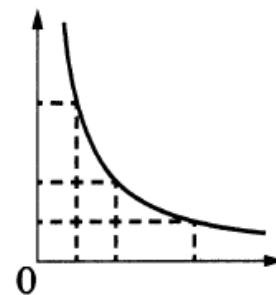
(2)



(3)



(4)



(5)

Ответ:

А	Б	В

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения по Орловской области				
			средний	в группе не преодолевших мин. балл 0–35	в группе 36–60 т.б.	в группе 61–80 т.б.	в группе 81–100 т.б.
1	Механика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика, СТО, квантовая физика / Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей	Б	66	30	58	81	87
2	Механика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика, СТО, квантовая физика / Использовать графическое представление информации	П	58	20	45	83	97
3	Кинематика, динамика /Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы	Б	82	40	76	95	100

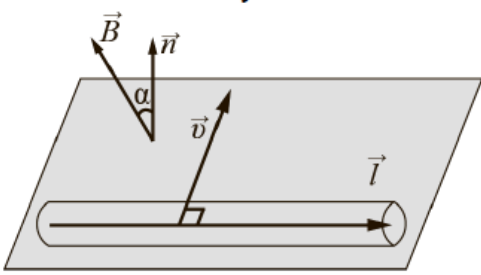
24	Механика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика, СТО, квантовая физика / Решать качественные задачи, использующие типовые учебные ситуации с явно заданными физическими моделями	П	23	0	12	41	68
25	Механика, молекулярная физика и термодинамика / Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики	П	23	0	6	54	83
26	Электродинамика, квантовая физика / Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики	П	43	0	28	73	97

27	Молекулярная физика и термодинамика / Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики	В	17	0	4	34	82
28	Электродинамика / Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики	В	13	0	3	23	67
29	Электродинамика / Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики	В	19	0	5	39	82
30	Механика / Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики, обосновывая выбор физической модели для решения задачи (критерий 1)	В	7	0	1	9	58
31	Механика / Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики, обосновывая выбор физической модели для решения задачи (критерий 2)	В	10	0	2	15	63

Кодификатор

проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по ФИЗИКЕ

подготовлен федеральным государственным бюджетным научным учреждением
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

1.1.6	Равноускоренное прямолинейное движение: $x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ $v_x(t) = v_{0x} + a_x t$ $a_x = \text{const}$ $v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a_x(x_2 - x_1)$ При движении в одном направлении путь $S = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot t$	+	+
3.4.4	ЭДС индукции в прямом проводнике длиной l, движущемся со скоростью $\vec{v}$ ($\vec{v} \perp \vec{l}$) в однородном магнитном поле B: $\mathcal{E}_i = Blv \cos \alpha$, где α – угол между вектором B и нормалью $\vec{n}$ к плоскости, в которой лежат векторы $\vec{l}$ и $\vec{v}$; если $\vec{l} \perp \vec{B}$ и $\vec{v} \perp \vec{B}$, то $\mathcal{E}_i = Blv$ 	+	+

5	КВАНТОВАЯ ФИЗИКА			
5.1	КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ			
	5.1.1	Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$	+	+
	5.1.2	Фотоны. Энергия фотона: $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = pc$. Импульс фотона: $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$	+	+
	5.1.3	Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта	–	+
	5.1.4	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{кин max}}$, где $E_{\text{фотона}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, $A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$, $E_{\text{кин max}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = eU_{\text{зап}}$	+	+
	5.1.5	Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля движущейся частицы: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$. Корпускулярно-волновой дуализм	+	+
	5.1.6	Дифракция электронов на кристаллах	–	+
	5.1.7	Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность	–	+
	5.2	ФИЗИКА АТОМА		
	5.2.1	Планетарная модель атома	+	+
	5.2.2	Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой: $h\nu_{mn} = \frac{hc}{\lambda_{mn}} = E_n - E_m $	+	+
	5.2.3	Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода: $E_n = \frac{-13,6 \text{ эВ}}{n^2}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$	+	+

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон Кулона, второй закон Ньютона, формула для связи напряжённости электрического поля с силой, действующей на заряд); II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на заряды; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.	2

Линия 1 - элементы кинематики, преимущественно определение параметров по графикам зависимости координаты от времени и скорости от времени при равномерном и равноускоренном движении, а также формулы для равномерного движения тела по окружности.

Линия 2 - все основные содержательные элементы динамики: законы Ньютона и силы в природе (сила тяжести, сила упругости, сила трения, закон всемирного тяготения).

Линии 3 - «Законы сохранения в механике», «Элементы статики» и «Механические колебания и волны».

Линия 7 - основное уравнение МКТ, средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа, уравнение Менделеева - Клапейрона и изопроцессы в газе.

Линии 8 - насыщенные и ненасыщенные пары, относительная влажность воздуха, внутренняя энергия и расчет количество теплоты при изменении температуры вещества или изменении агрегатных состояний вещества.

Линия 9 - работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД тепловых машин.

Линия 24 – качественная задача, базирующаяся на материале любого из разделов физики.

В линия 25 - задачи по механике повышенного уровня сложности или задания на уравнение теплового баланса, если механика будет задействована в качественной задаче.

Линия 26 - преимущественно задачи по оптике (на формулу линзы и дифракционную решетку), если элементы оптики не будут востребованы в качественной задаче на линии 24.

Далее идут расчетные задачи высокого уровня сложности: линия 27 - по молекулярной физике, линия 28 - по электродинамике, линия 29 - преимущественно по квантовой физике.

На позиции 30 остаются расчетные задачи по механике, в которых необходимо привести обоснование физической модели. Для этих задач расширяется тематика. Кроме задач по динамике и законам сохранения в механике, будут включены и задачи по статике.

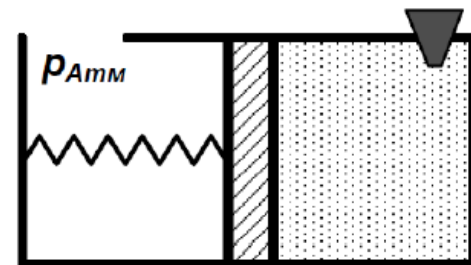
Изменения в схеме оценивания №24

- **Задания с дополнительными условиями.** Например, дополнительно к объяснению предлагается изобразить схему электрической цепи или рисунок с ходом лучей в оптической системе. В этом случае **в описание полного правильного решения вводится еще один пункт (*верный рисунок или схема*)**.
- Отсутствие рисунка (или схемы) или наличие ошибки в них приводит к снижению на 1 балл.
- Наличие правильного рисунка (схемы) при отсутствии других элементов ответа - 1 балл.

Обобщенная схема оценивания строится на основании трех элементов решения:

- ***формулировка ответа;***
- ***объяснение;***
- ***прямые указания на физические явления и законы.***

Горизонтальный сосуд разделён подвижным поршнем, который может свободно перемещаться без трения. Правая часть сосуда заполнена воздухом и герметично закрыта пробкой, левая часть сосуда открыта. Поршень соединён пружиной с левой стенкой сосуда. Первоначально поршень находится в равновесии, а пружина растянута. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, опишите, как будет двигаться поршень, если из правой части сосуда вынуть пробку. Температуру воздуха считать постоянной.



Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <u>начнёт двигаться влево и будет совершать затухающие свободные колебания</u>) и <u>исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: условие равновесия, изменение давления в части сосуда с пробкой)</u>	3

Воспользовавшись оборудованием, представленным на рис. 1, учитель собрал модель плоского конденсатора (рис. 2), зарядил нижнюю пластину положительным зарядом, а корпус электromетра заземлил. Соединённая с корпусом электromетра верхняя пластина конденсатора приобрела отрицательный заряд, равный по модулю заряду нижней пластины. После этого учитель уменьшил расстояние между пластинами (рис. 3). Как изменились при этом показания электromетра (увеличились, уменьшились, остались прежними)? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Показания электromетра в данном опыте прямо пропорциональны разности потенциалов между пластинами конденсатора.



Рис. 1



Рис. 2



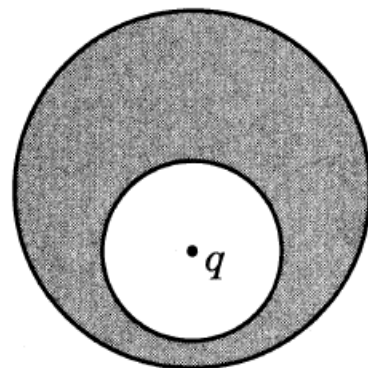
Рис. 3



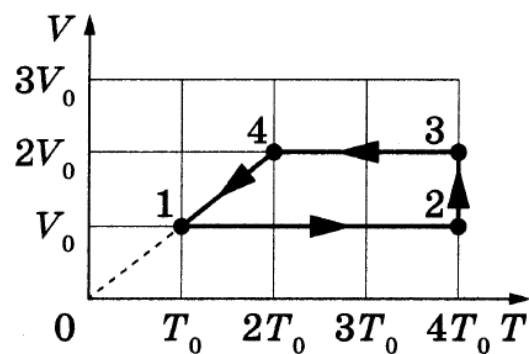
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <u>показания электрометра уменьшились</u>) и <u>исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: формулы ёмкости плоского конденсатора, разности потенциалов между обкладками конденсатора, сохранение заряда конденсатора)</u>	3



В нижней половине незаряженного металлического шара располагается крупная шарообразная полость, заполненная воздухом. Шар находится в воздухе вдали от других предметов. В центр полости помещён положительный точечный заряд $q > 0$ (см. рисунок). Нарисуйте картину линий напряжённости электростатического поля внутри полости, внутри проводника и снаружи шара. Если поле отсутствует, напишите в данной области: $\vec{E} = 0$. Если поле отлично от нуля, нарисуйте картину поля в данной области, используя восемь линий напряжённости. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

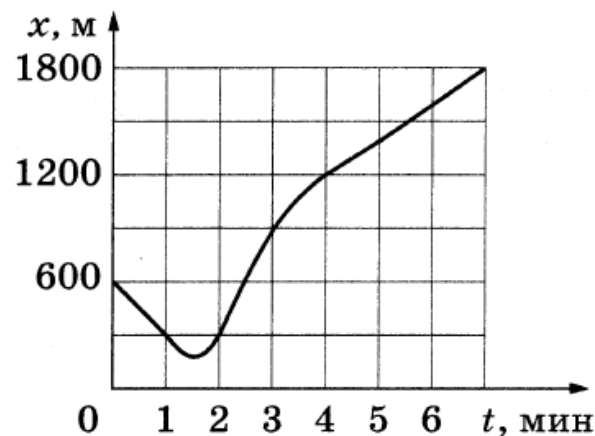


Один моль гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–4–1, график которого изображён на рисунке в координатах V – T , где V — объём газа, T — абсолютная температура. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, сравните работу газа в процессе 2–3 и модуль работы внешних сил в процессе 4–1. Постройте график цикла в координатах p – V , где p — давление газа, V — объём газа.



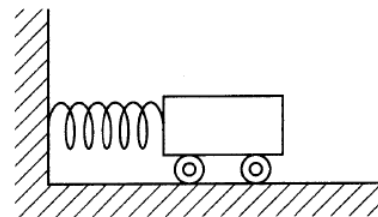
25

Автомобиль массой 2500 кг двигался по дороге. Его положение на дороге изменялось согласно графику зависимости координаты от времени (см. рисунок). Определите максимальную кинетическую энергию, которой автомобиль достиг при своём движении.



25

Тележка массой 0,5 кг, прикрепленная к горизонтальной пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает свободные гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная скорость тележки равна 3 м/с. Какова амплитуда колебаний тележки? Массой колёс можно пренебречь.



Задание 26

Электрическая лампа мощностью 60 Вт испускает каждую секунду $1 \cdot 10^{19}$ фотонов. Коэффициент полезного действия лампы равен 6%. Определите среднюю длину волны излучения.

Возможное решение

1. Энергия одного фотона согласно формуле Планка равна

$$E_0 = \frac{hc}{\lambda}, \quad (1)$$

где λ – длина световой волны, c – скорость света в вакууме, h – постоянная Планка.

2. Коэффициент полезного действия лампы связан с мощностью излучения, энергией фотона и их количеством соотношением

$$\eta = \frac{NE_0}{P\Delta t}, \quad (2)$$

где Δt – промежуток времени, N – количество испускаемых за это время фотонов.

3. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для средней длины

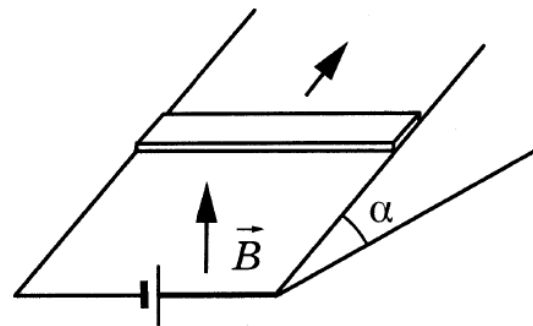
$$\text{излучения: } \lambda = \frac{Nhc}{\eta P\Delta t} = \frac{1 \cdot 10^{19} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,06 \cdot 60 \cdot 1} = 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 550 \text{ нм.}$$

Ответ: $\lambda = 550 \text{ нм}$

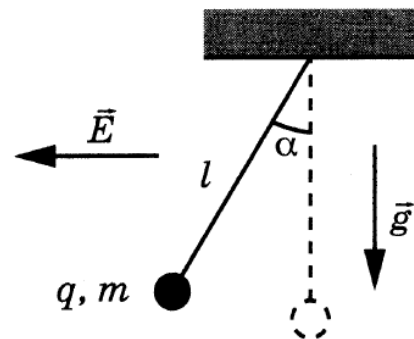
На дифракционную решётку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой $5,6 \cdot 10^{14}$ Гц. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

На улице при $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ относительная влажность воздуха составляет 60% . При умеренной физической нагрузке через лёгкие человека проходит 15 л воздуха за 1 мин . Выдыхаемый воздух имеет температуру $34\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительную влажность 100% . Давление насыщенного водяного пара при $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ равно $1,94\text{ кПа}$, а при $34\text{ }^{\circ}\text{C}$ — $5,32\text{ кПа}$. Какую массу воды теряет тело человека за 20 минут за счёт дыхания? Считать, что объём выдыхаемого воздуха равен объёму, который проходит через лёгкие человека. Влажность воздуха на улице считать неизменной.

На проводящих рельсах, проложенных по наклонной плоскости, в однородном вертикальном магнитном поле $\vec{B}$ находится горизонтальный прямой проводник прямоугольного сечения массой $m = 14$ г (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$, расстояние между рельсами $L = 40$ см. Когда рельсы подключены к источнику тока, по проводнику течёт постоянный ток $I = 3$ А и проводник поступательно движется вверх по рельсам равномерно и прямолинейно. Коэффициент трения между проводником и рельсами $\mu = 0,2$. Чему равен модуль индукции магнитного поля $\vec{B}$? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на проводник.



Маленький шарик массой m с зарядом $q = 5$ нКл, подвешенный к потолку на лёгкой шёлковой нитке длиной $l = 0,8$ м, находится в горизонтальном однородном электростатическом поле $\vec{E}$ с модулем напряжённости поля $E = 6 \cdot 10^5$ В/м (см. рисунок). Шарик отпускают с нулевой начальной скоростью из положения, в котором нить вертикальна. В момент, когда нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$, модуль скорости шарика $v = 0,9$ м/с. Чему равна масса шарика m ? Сопротивлением воздуха пренебречь.



29

Фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается монохроматическим светом с частотой 10^{15} Гц. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $5 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Каков максимальный радиус такой окружности?

29

В вакууме находятся два кальциевых электрода, к которым подключён конденсатор ёмкостью 4000 пФ. При длительном освещении катода светом фототок между электродами, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $5,5 \cdot 10^{-9}$ Кл. «Красная граница» фотоэффекта для кальция $\lambda_0 = 450$ нм. Определите частоту световой волны, освещающей катод. Ёмкостью системы электродов пренебречь.

29

Металлическая пластина облучается светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Работа выхода электронов из данного металла равна 3,7 эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 130 В/м, причём вектор напряжённости $\vec{E}$ направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 10 см от пластины?

29

На расстоянии 6 м от точечного источника монохроматического излучения с длиной волны 0,6 мкм перпендикулярно падающим лучам расположена пластинка площадью 8 мм², на которую падает каждую секунду $6 \cdot 10^{12}$ фотонов. Какова мощность излучения источника, если он излучает свет одинаково во все стороны? Площадь сферы радиусом R рассчитывается по формуле: $S = 4\pi R^2$.

Задача №30, механика на 4 балла

расчетная задача + физическая модель

Двухкритериальная система оценивания

Критерий 1:

*Верно обоснована возможность использования законов
(закономерностей)*

1 балл

Критерий 2: *Традиционные требования*

3 балла

Исходные формулы и законы (кодификатор);

Обозначения физических величин (рисунок);

Рисунок с указанием сил (если требуется);

Математические преобразования и расчеты;

Правильный числовой ответ, размерность.

Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

Критерий 1

Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: выбор инерциальной системы отсчёта, модель материальной точки, условия применимости **перечисляются необходимые законы и формулы** ?

1

В обосновании отсутствует один или несколько из элементов.

ИЛИ

В обосновании допущена ошибка.

ИЛИ

Обоснование отсутствует

0

Критерий 2

I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае:

3

перечисляются необходимые законы и формулы

II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на тела;

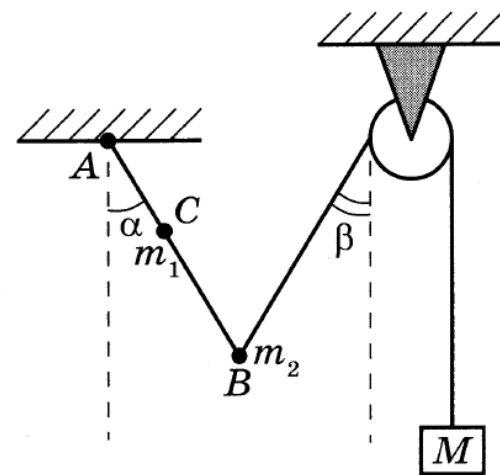
III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);

IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины

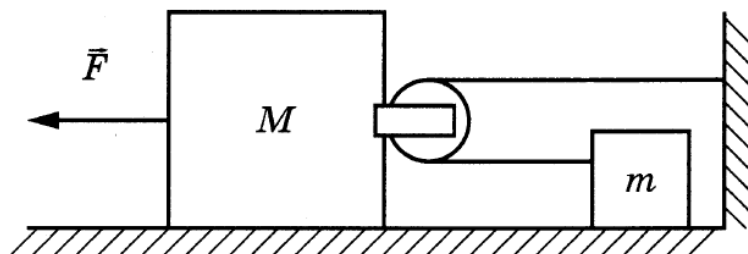
Невесомый стержень AB с двумя малыми грузиками массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 100$ г, расположенными в точках C и B соответственно, шарнирно закреплён в точке A . Груз массой $M = 100$ г подвешен к идеальному блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединён с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в равновесии: стержень отклонён от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$, а нить составляет угол с вертикалью, равный $\beta = 30^\circ$. Расстояние $AC = b = 25$ см. Определите длину l стержня AB . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз M и стержень.

Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.



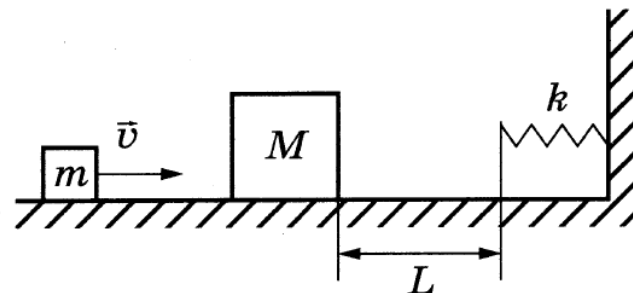
30

К бруску массой $M = 2$ кг прикреплён лёгкий блок (см. рисунок), через него переброшена лёгкая нерастяжимая нить, один конец которой привязан к стене, а к другому прикреплено тело массой $m = 0,75$ кг. На брусок действует сила $F = 10$ Н. Определите ускорение тела. Свободные куски нити горизонтальны и лежат в одной вертикальной плоскости, тела двигаются вдоль одной прямой. Массой блока и нити, а также трением пренебречь.



Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

Небольшой брусок массой $m = 100$ г, скользящий по гладкой горизонтальной поверхности, абсолютно неупруго сталкивается с неподвижным телом массой $M = 3m$. При дальнейшем поступательном движении тела налетают на недеформированную пружину, одним концом прикреплённую к стене (см. рисунок). С какой скоростью v двигался брусок до столкновения, если после абсолютно неупругого удара бруски вернутся в точку столкновения спустя время $t = 1,7$ с? Жёсткость пружины $k = 40$ Н/м, а расстояние от точки столкновения до пружины $L = 25$ см.



Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.