



Особенности ЕГЭ 2024 по физике

Бородин Игорь Дмитриевич bujhm61@mail.ru 8-(963)-039-41-61

Спецификация КИМ 2024 (2023)

Распределение заданий экзаменационной работы по частям работы

Часть работы	Количество заданий	Максимальный первичный балл	Процент максимального первичного балла за задания данной части от максимального первичного балла за всю работу, равного 45	Тип заданий
Часть 1	20 (23)	28 (34)	62 (63)	С кратким ответом
Часть 2	6 (7)	17 (20)	38 (37)	С развёрнутым ответом
Итого	26 (30)	45 (54)	100	

Распределение заданий по разделам (темам) курса физики

Раздел курса физики, включённый в экзаменационную работу	Количество заданий	
	Вся работа	
Механика	8–10 ¹	(8-11)
Молекулярная физика	5–7	(5-9)
Электродинамика	7–10	(8-11)
Квантовая физика	2	(2-3)
Итого	26	(30)

Спецификация КИМ 2024 (2023)

Распределение заданий по проверяемым предметным результатам

Группы предметных результатов обучения	Количество заданий
Владение понятийным аппаратом курса физики	10 (12)
Анализ физических процессов и явлений с использованием изученных теоретических положений, законов и физических величин	8 (9)
Решение качественных и расчётных задач	6 (7)
Владение методологическими умениями	2
Итого	26

Распределение заданий по уровням сложности

Уровень сложности заданий	Количество заданий	Максимальный первичный балл	Процент максимального первичного балла за задания данного уровня сложности от максимального первичного балла за всю работу, равного 45
Базовый	17 (19)	22 (26)	49 (48)
Повышенный	6 (7)	13 (15)	29 (28)
Высокий	3 (4)	10 (13)	22 (24)
Итого	26	45 (54)	100

Спецификация КИМ 2024

10. Изменения в КИМ ЕГЭ 2024 года в сравнении с КИМ 2023 года

1. В 2024 г. изменена структура КИМ ЕГЭ по физике: число заданий сокращено с 30 до 26. При этом в первой части работы удалены
1. интегрированное задание на распознавание графических зависимостей и **2.** два задания на определение соответствия формул и физических величин по механике и электродинамике; во второй части работы
3. удалено одно из заданий высокого уровня сложности (расчётная задача).

Одно из заданий с кратким ответом в виде числа в первой части работы перенесено из раздела «МКТ и термодинамика» в раздел «Механика».

2. Сокращён общий объём проверяемых элементов содержания, а также спектр проверяемых элементов содержания в заданиях базового уровня с кратким ответом, что отражено в кодификаторе элементов содержания и обобщённом плане варианта КИМ ЕГЭ по физике.
3. Максимальный балл уменьшился с 54 до 45.

Всего заданий – **26**; из них

по типу заданий: с кратким ответом – **20**; с развёрнутым ответом – **6**;

по уровню сложности: Б – **17**; П – **6**; В – **3**.

Максимальный первичный балл за работу – **45**.

Общее время выполнения работы – **3 часа 55 минут (235 мин.)**.

Изменение нормативной базы

- ❖ Введение обновленной версии ФГОС СОО и новых программ по физике Федеральной образовательной программы
- Перечень элементов содержания, проверяемых на ЕГЭ по физике, должен соответствовать перечню дидактических единиц, входящих в новую программу по физике для 10-11 классов с углубленным изучением физики

Механика

- Зависимость ускорения над поверхностью планеты и небесных тел и их спутников скорость.
- Сила сопротивления при движении и зависимость от скорости относительного движения.
- Момент импульса материальной точки и момента импульса в центральных столкновениях.
- Вторая космическая скорость.
- Уравнение Бернулли для идеальной жидкости и сохранения механической энергии.

МКТ и термодинамика

- Квазистатические и нестатические процессы.
- Теплоёмкость тела. Удельная теплоёмкость. Уравнение Майера.
- Деформация твёрдого тела. Предел упругих деформаций.
- Тепловое расширение жидкостей и газов.
- Поверхностное натяжение. Капиллярные явления. Давление в жидкости. Формула Лапласа.

Физика

Электродинамика

- Расчёт разветвлённых электрических цепей.
- Зависимость сопротивления от температуры. Сверхпроводимость.
- Свойства электронных пучков.
- Электролитическая диссоциация и закон Фарадея.
- Различные типы самостоятельных электрических искр.
- Влияние затухания на вид резонанса.
- Мощность переменного тока. Активная, реактивная и комплексная мощность.
- Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока. Резонанс тока.
- Идеальный трансформатор. Передача электрической энергии.
- Сферические зеркала.
- Оптические приборы. Разрешающая способность.

Квантовая физика

- Равновесное тепловое излучение (излучение абсолютно чёрного тела). Закон смещения Вина.
- Методы регистрации и исследования элементарных частиц.
- Фундаментальные взаимодействия. Бариионы, мезоны и лептоны. Представление о Стандартной модели. Кварк-глюонная модель адронов.
- Физика за пределами Стандартной модели. Тёмная материя и тёмная энергия.

Элементы астрономии и астрофизики

- Методы астрономических исследований. Современные оптические телескопы, радиотелескопы, внеатмосферная астрономия.
- Вид звёздного неба. Созвездия, яркие звёзды, планеты, их видимое движение.
- Солнечная система. Солнце. Солнечная активность. Источник энергии Солнца и звёзд.
- Звёзды, их основные характеристики. Диаграмма «спектральный класс – светимость». Звёзды главной последовательности. Зависимость «масса – светимость» для звёзд главной последовательности. Внутреннее строение звёзд. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звёзд. Этапы жизни звёзд.
- Млечный Путь – наша Галактика. Положение и движение Солнца в Галактике. Типы галактик. Радиогалактики и квазары. Чёрные дыры в ядрах галактик.
- Вселенная. Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Разбегание галактик. Теория Большого взрыва. Реликтовое излучение. Масштабная структура Вселенной. Метагалактика.

Изменение кодификатора

❖ Обновление кодификатора:

- Новый перечень проверяемых требований (приведен в преименности с предыдущим ФГОС)

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования на основе изменённого в 2022 г. ФГОС	Уровень предметных требований ФГОС	Метапредметный результат	Обобщённые формулировки требований к предметным результатам из ФГОС 2012 г.
1	Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов			
2	Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы			
3	Сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности			
			Код проверяемого требования	Проверяемые требования к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
			1	Познавательные УУД
			1.1	<i>Базовые логические действия</i>
			1.1.1	Устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и обобщения
			1.1.2	Выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях
			1.1.3	Самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать её всесторонне; определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения
			1.1.4	Вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности
			1.1.5	Развивать креативное мышление при решении жизненных проблем

Изменение кодификатора

- ❖ Новые элементы не вводятся
- ❖ Удалены из кодификатора:
 - «Первая космическая скорость», «Вторая космическая скорость»
 - «Волновые свойства частиц. Волны Де Бройля», «Дифракция электронов на кристаллах», «Лазер», «Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы», «Дефект масс ядра»
 - раздел «Основы СТО»

Код раздела/темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы	Наличие данного элемента содержания в кодификаторе ЕГЭ прошлых лет
4	КВАНТОВАЯ ФИЗИКА			
4.1	<i>КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ</i>			
	4.1.1	Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$	БУ, УУ	+
	4.1.2	Фотоны. Энергия фотона: $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = pc$. Импульс фотона: $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$	БУ, УУ	+
	4.1.3	Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта	УУ	+
	4.1.4	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{кин max}}$, где $E_{\text{фотона}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, $A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$, $E_{\text{кин max}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = eU_{\text{зап}}$	БУ, УУ	+
	4.1.5	Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность	УУ	+
4.2	<i>ФИЗИКА АТОМА</i>			
	4.2.1	Планетарная модель атома	БУ, УУ	+
	4.2.2	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 $	БУ, УУ	+

Нет новых элементов!

Нет «-»

- ❖ Исключаются линия заданий на распознавание графиков зависимостей физических величин
- ❖ Исключаются задания на соответствие формул и величин, которые можно рассчитать по этим формулам

Ученик исследовал движение бруска по наклонной плоскости. Он определил, что брусок, начиная движение из состояния покоя, проходит 20 см с ускорением $1,6 \text{ м/с}^2$. Установите соответствие между зависимостями, полученными при исследовании движения бруска, и уравнениями, выражающими эти зависимости.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЗАВИСИМОСТИ

- А) зависимость пути l , пройденного бруском, от времени t
- Б) зависимость модуля скорости бруска v от пройденного пути l

УРАВНЕНИЯ

- 1) $l = At^2$, где $A = 0,8 \text{ м/с}^2$
- 2) $l = Bt^2$, где $B = 1,6 \text{ м/с}^2$
- 3) $v = Dl$, где $D = 1,8 \text{ с}^{-1}$
- 4) $v = C\sqrt{l}$, где $C \approx 1,8 \sqrt{\text{м/с}}$

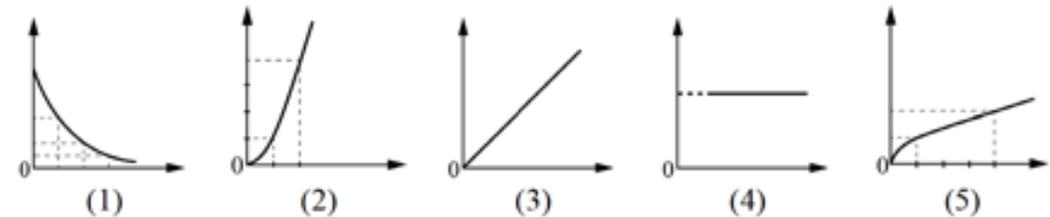
Ответ:

А	Б

Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость периода свободных колебаний математического маятника от длины нити маятника;
- Б) зависимость силы тока по участку цепи, содержащему резистор сопротивлением R , от напряжения на резисторе;
- В) зависимость числа нераспавшихся ядер радиоактивного элемента от времени.

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



Ответ:

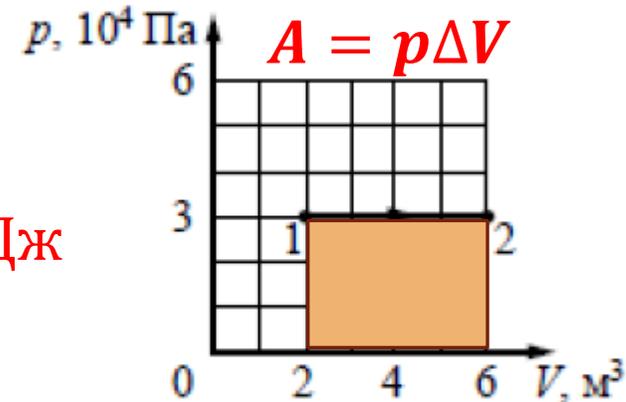
А	Б	В

Особенности заданий с кратким ответом

Задания с кратким ответом в виде числа:

- целое число, конечная десятичная дробь, знак «минус»
- с учетом заданных единиц величин

Какую работу совершает идеальный газ при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



$$12 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

Ответ: 120 кДж.

С какой силой взаимодействуют в вакууме два маленьких заряженных шарика, находящихся на расстоянии 4 м друг от друга? Заряд каждого шарика $8 \cdot 10^{-8}$ Кл.

$$9 \cdot 10^{-7} \text{ Н} \quad F = k \frac{q^2}{r^2}$$

Ответ: 0,9 мкН.

Демовариант КИМ 2024. Умение читать графики

1

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

По графику можно искать:

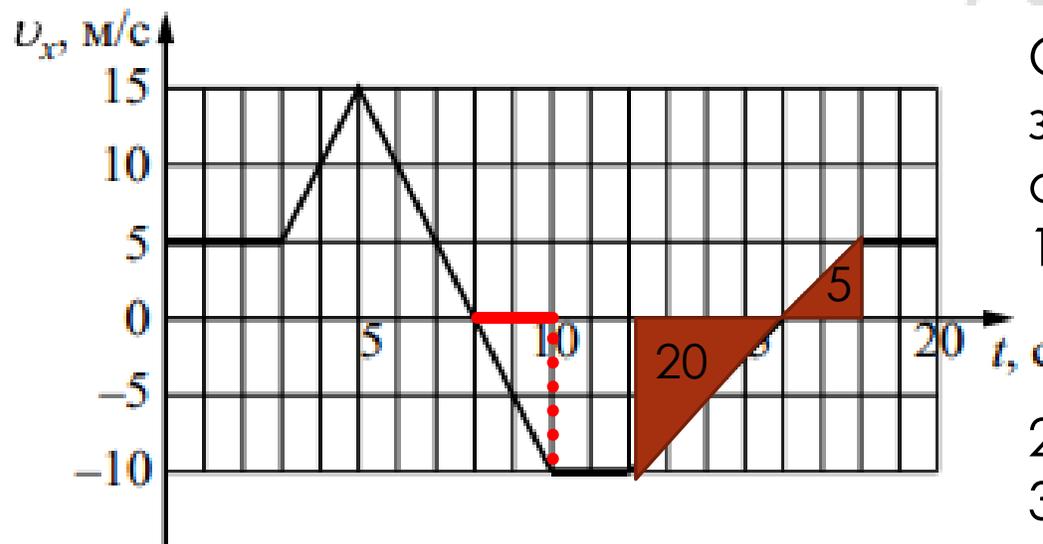
Для промежутка времени от 12 с до 18 с:

- пройденный путь (25 м)

- модуль перемещения (15 м)

- проекцию перемещения на ось Ox (-15 м)

Модуль ускорения в момент времени 8 с (5 м/с^2)



Особенности заданий с кратким ответом:

1. Целое число или конечная десятичная дробь
2. Знак
3. С учетом заданных единиц величин

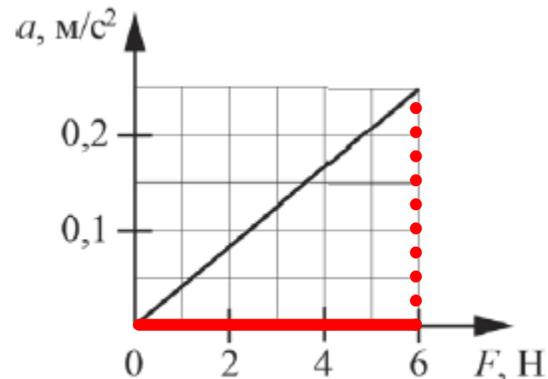
Определите проекцию a_x ускорения этого тела в интервале времени от 8 до 10 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.

Ответ: -5 м/с².

Демовариант КИМ 2024.

2

На графике приведена зависимость ускорения бруска, скользящего без трения по горизонтальной поверхности, от величины приложенной к нему горизонтальной силы. Систему отсчёта считать инерциальной. Чему равна масса бруска?



$$F = ma$$

Ответ: 24 кг.

3

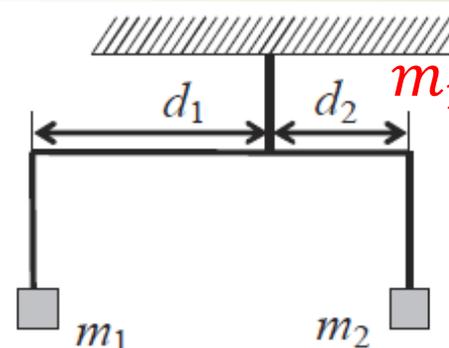
Тело массой 600 г, брошенное вертикально вверх с поверхности Земли, поднялось на максимальную высоту, равную 8 м. Какой кинетической энергией обладало тело в момент броска? Сопротивлением воздуха пренебречь.

$$E_k + 0 = 0 + E_p = mgh$$

Ответ: 48 Дж.

4

Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два груза (см. рисунок), находится в равновесии. Массу первого груза увеличили в 2 раза. Во сколько раз нужно уменьшить плечо d_1 , чтобы равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



$$m_1 g d_1 = m_2 g d_2$$

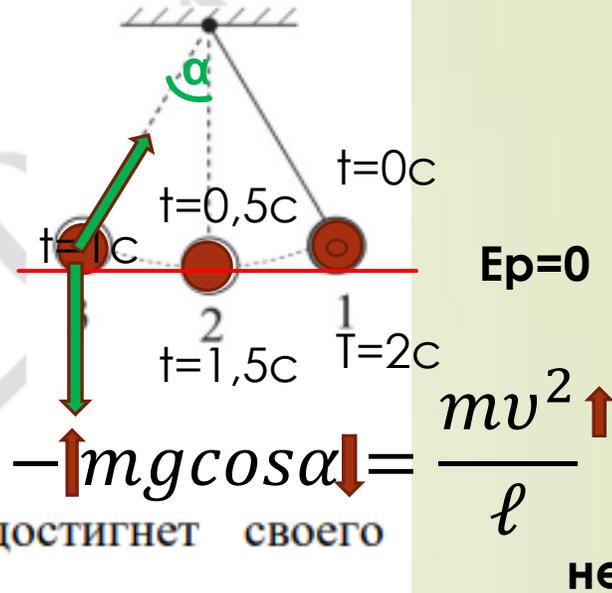
Ответ: в 2 раз(а).

Демовариант КИМ 2024: «все» из 5

5

Математический маятник с частотой свободных колебаний 0,5 Гц отклонили на небольшой угол от положения равновесия в положение 1 и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия маятника отсчитывается от положения равновесия. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие процесс колебаний маятника.

$$E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = E$$



- 1) Потенциальная энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума через 2 с после начала движения.
- 2) Через 0,5 с маятник первый раз вернётся в положение 1.
- 3) При движении из положения 2 в положение 3 полная механическая энергия маятника остаётся неизменной.
- 4) Кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума через 0,5 с после начала движения.
- 5) При движении из положения 3 в положение 2 модуль силы натяжения нити уменьшается.

Ответ: 34.

Демовариант КИМ 2024: соответствие между фв и характером ее изменения

6

Космический исследовательский зонд обращается по круговой орбите вокруг Марса. В результате перехода на другую круговую орбиту центростремительное ускорение зонда увеличилось. Как изменились при этом скорость зонда и период обращения зонда вокруг Марса?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость зонда	Период обращения зонда
1	2

$$\downarrow T = \frac{2\pi R \downarrow}{v \uparrow}$$

$$F = ma; \quad G \frac{\cancel{m}M}{\downarrow R^2} = \frac{\cancel{m}v^2 \uparrow}{\cancel{R}}; \quad G \frac{\cancel{m}M}{\downarrow R^2} = \cancel{m}a_{\text{ц}} \uparrow$$

7

Концентрация молекул разреженного газа в сосуде была увеличена вдвое, а абсолютная температура газа – уменьшена в 4 раза. Во сколько раз при этом уменьшилось давление газа?

Ответ: в **2** раз(а).

$$p_1 = nkT$$

$$p_2 = 2nk \frac{T}{4}$$

8

Газ получил количество теплоты, равное 300 Дж, при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Масса газа не менялась. Какую работу совершил газ в этом процессе?

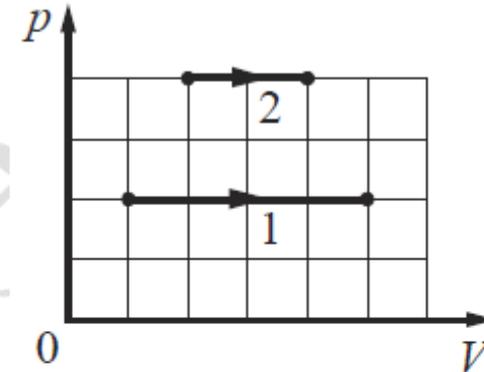
Ответ: **400** Дж.

$$Q = A + \Delta U$$

$$300 = A - 100$$

9

На рисунке показаны два процесса, проведённых с одним и тем же количеством газообразного неона (p – давление неона; V – его объём). Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на рисунке.



- + 1) В процессе 2 абсолютная температура неона изобарно увеличилась в 2 раза.
- 2) В процессе 1 плотность неона увеличилась в 5 раз.
- + 3) Работа, совершённая неоном, в обоих процессах одинакова.
- 4) В процессе 1 объём неона изобарно увеличился в 4 раза.
- 5) В процессе 2 концентрация молекул неона увеличилась в 2 раза.

Ответ: **13**.

Демовариант КИМ 2024.

10

В сосуде неизменного объёма находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Температура в сосуде поддерживалась неизменной. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и суммарное давление газов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Парциальное давление первого газа	Давление смеси газов

$$pV = \nu RT$$

1 моль

1 моль

0,5 моль

0,5 моль

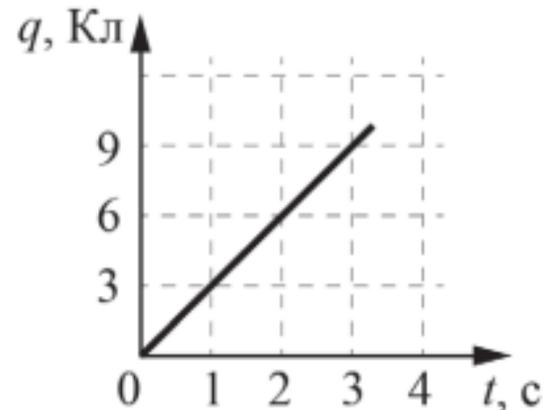
1,5 моль

0,5 моль

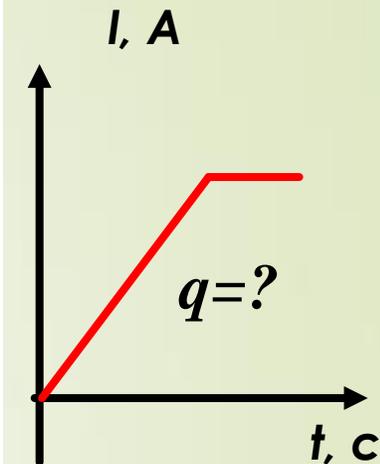
Демовариант КИМ 2024

11

По проводнику течёт постоянный электрический ток. Заряд, прошедший по проводнику, растёт с течением времени согласно представленному графику (см. рисунок). Определите силу тока в проводнике.



Ответ: 3 А.



12

Две частицы с одинаковыми массами и зарядами q и $2q$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями v и $2v$ соответственно. Определите отношение модулей сил $\frac{F_1}{F_2}$, действующих на них со стороны магнитного поля.

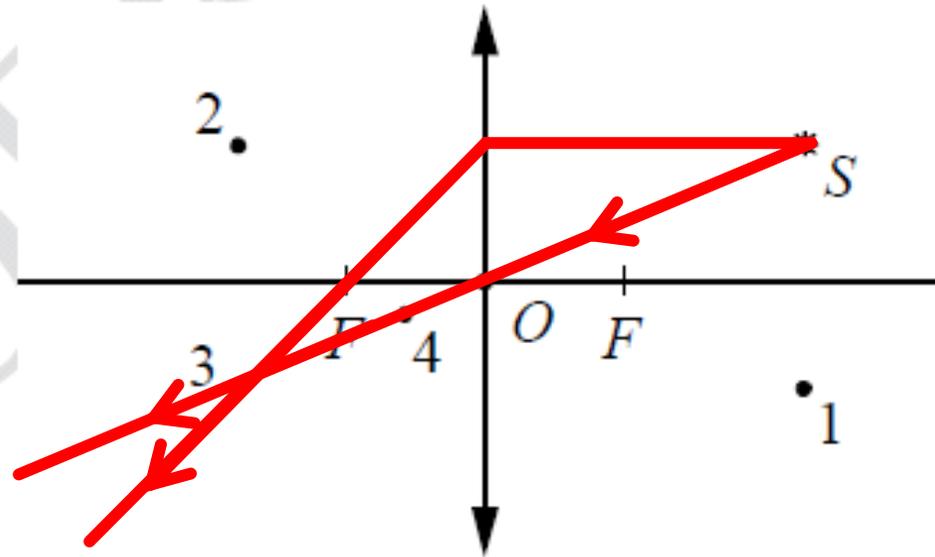
Ответ: 0,25.

$$\begin{aligned} F_1 &= qvB \\ F_2 &= 2q2vB \end{aligned} \quad \frac{F_1}{F_2} = 0,25$$

Демовариант КИМ 2024.

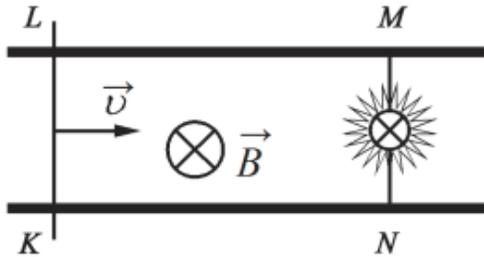
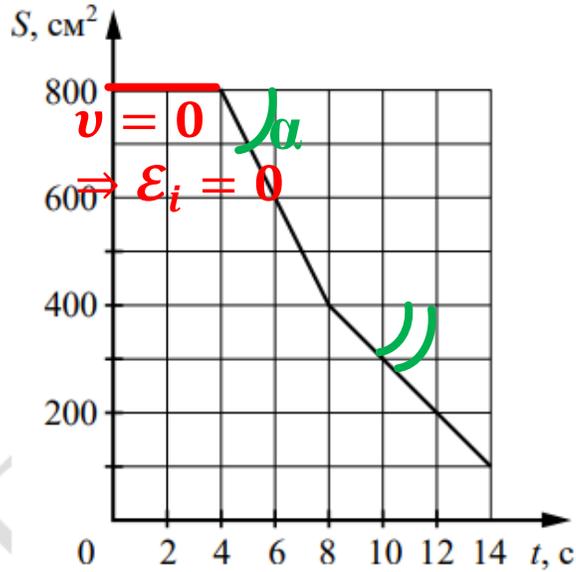
13

Какая из точек (1, 2, 3 или 4) является изображением точечного источника S , создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F (см. рисунок)?



Ответ: точка _____.

По гладким параллельным горизонтальным проводящим рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Образовавшийся контур $KLMN$ находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией \vec{B} (рис. a). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графике (рис. b). Выберите все верные утверждения, соответствующие приведённым данным и описанию опыта.

Рис. a Рис. b

- 1) В течение первых 6 с индукционный ток течёт через лампочку непрерывно.
- 2) В интервале времени от 0 до 4 с лампочка горит наиболее ярко.
- 3) В момент времени $t=2$ с сила Ампера, действующая на проводник, направлена влево.
- 4) Максимальная ЭДС наводится в контуре в интервале времени от 4 до 8 с.
- 5) Индукционный ток в интервале времени от 6 до 12 с течёт в одном направлении.

Ответ: 4 5.

Демовариант
КИМ 2024. Умение
читать графики

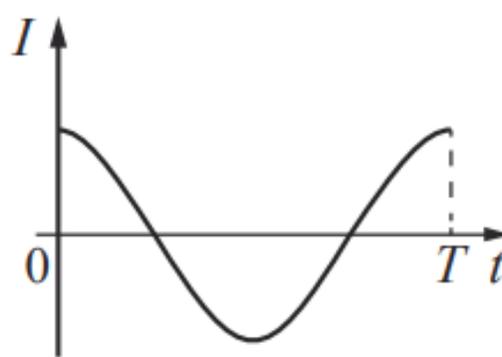
$$|\varepsilon_i| = B\ell v = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = IR$$

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} \sim \operatorname{tg} \alpha$$

$$F_a = BI\ell$$

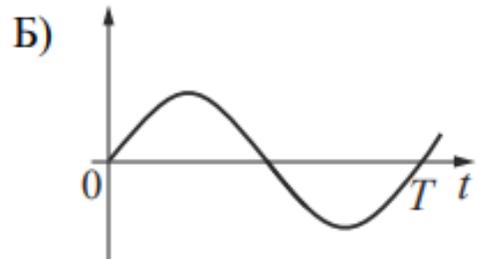
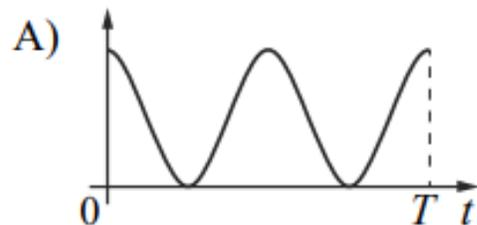
На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в катушке индуктивности идеального колебательного контура.

Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих свободные электромагнитные колебания в контуре. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



Демовариант
КИМ 2024.
Умение читать
графики

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) индуктивность катушки $L = \text{const}$
- 2) напряжение на обкладках конденсатора q, I
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) энергия магнитного поля катушки

$$t = 0 \Rightarrow I(0) = I_{\text{max}} \Rightarrow W_{\text{магн}} = W_{\text{магнmax}}$$

$$I = I_{\text{max}} \Rightarrow q(0) = 0 \Rightarrow u(0) = 0$$

Ответ:

А	Б
3	2

Демовариант КИМ 2024

18

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

- + 1) При вынужденных механических колебаниях в колебательной системе резонанс возникает в том случае, если собственная частота колебаний системы совпадает с частотой изменения внешней силы.
- 2) В процессе изохорного нагревания постоянной массы газа давление газа уменьшается.
- + 3) Поверхность проводника, находящегося в электростатическом поле, является эквипотенциальной.
- + 4) При прохождении монохроматической световой волны через границу раздела двух оптически прозрачных сред с разными показателями преломления изменяются скорость волны и длина волны, а её частота остаётся неизменной.
- 5) При β -распаде ядра выполняются законы сохранения энергии и электрического заряда, но не выполняется закон сохранения импульса.

Ответ: **134** .

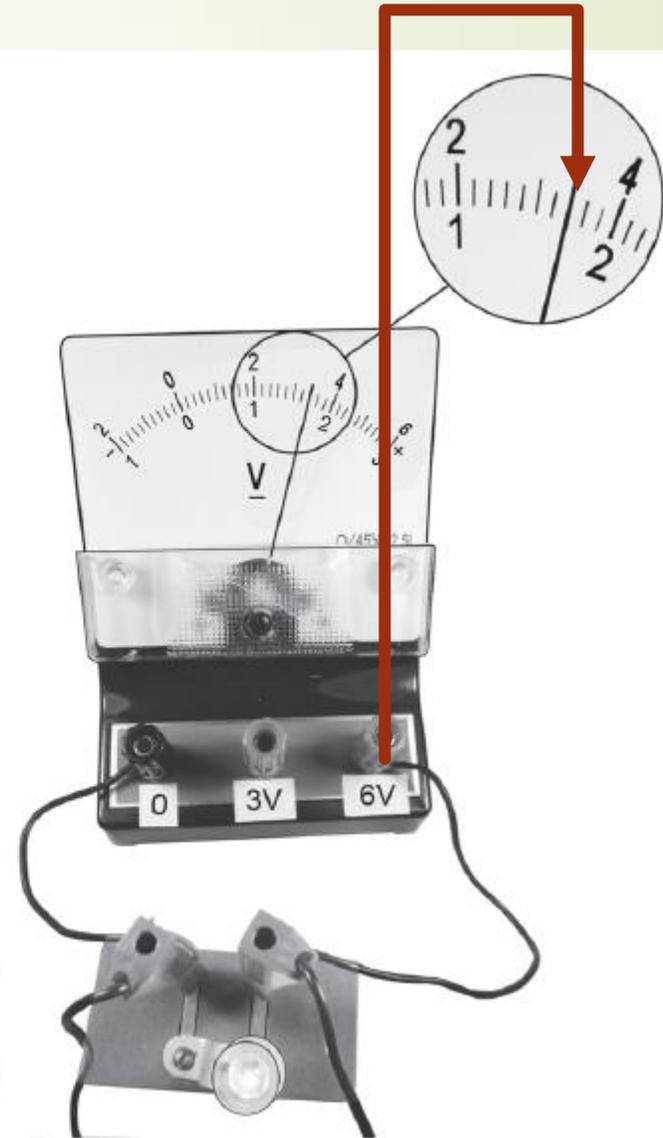
Демовариант КИМ 2024. Методологические умения

19

Определите напряжение на лампочке (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.

3,40,2

Ответ: (**3,4** ± **0,2**) В.



Демовариант КИМ 2024. Методологические умения

20

Необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от внешнего давления. Имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных температурах и давлениях (см. таблицу). Какие **два** сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести исследование?

№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °С	Масса газа, г
1	60	80	10
2	100	100	10
3	80	60	5
4	90	80	15
5	100	60	5

В ответ запишите номера выбранных сосудов.

Ответ:

3 5

Проект КИМ ЕГЭ-2024 по физике

Часть 2

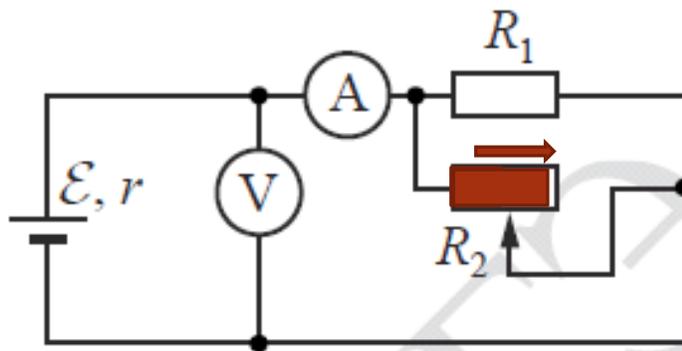
- ❖ №21 (3 балла) – качественная задача, молекулярная физика или электродинамика
- ❖ №22 (2 балла) – расчетная задача по механике
- ❖ №23 (2 балла) - расчетная задача по электродинамике или молекулярной физике
- ❖ №24 (3 балла) - расчетная задача по молекулярной физике
- ❖ №25 (3 балла) - расчетная задача по электродинамике (электростатика, постоянный ток, магнитное поле, ЭМИ)
- ❖ №26 (4 балла) - расчетная задача по механике (динамика, законы сохранения в механике)

Демовариант КИМ 2024. Качественная задача

21

На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов – идеального амперметра и идеального вольтметра. Как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата *вправо*? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

$$\frac{1}{R_{\uparrow}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2_{\uparrow}}$$
$$R_2 = \rho \frac{\ell_{\uparrow}}{S}$$



$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$
$$U = \varepsilon - Ir$$

Демовариант КИМ 2024. Критерии оценивания качественной задачи

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>изменение показаний приборов, п. 3</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>закон Ома для полной цепи и для участка цепи, параллельное соединение проводников</i>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p>	2
<p>И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	

<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

Демовариант КИМ 2024.

22

Плоская льдина плавает в воде, выступая над её поверхностью на высоту $h = 0,02$ м. Определите массу льдины, если её площадь $S = 2500$ см². Плотность льда равна 900 кг/м³.

$$F_A = mg; \rho_{\text{в}} g V_{\text{погр}} = mg; \rho_{\text{в}} S(H - h) = \rho_{\text{л}} SH;$$

$$H = \frac{\rho_{\text{в}} h}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}} \quad m = \frac{\rho_{\text{л}} \rho_{\text{в}} h S}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}} \quad m = \frac{900 \cdot 1000 \cdot 0,02 \cdot 0,25}{100} = 45 \text{ кг}$$

23

В стакан калориметра, содержащий 250 г воды, опустили кусок льда массой 140 г, имевшего температуру 0°C . После того как наступило тепловое равновесие, весь лёд растаял, и температура воды стала равной 0°C . Определите начальную температуру воды. Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

$$cm_{\text{в}}(t - t_0) = m_{\text{л}}\lambda \quad t = \frac{m_{\text{л}}\lambda}{cm_{\text{в}}} + t_0 = \frac{140 \cdot 330}{250 \cdot 4,2} + 0 = 44^\circ\text{C}$$

Демовариант КИМ 2024. Критерии оценивания расчетных задач повышенного уровня сложности

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом¹ (в данном случае: <i>равенство модулей силы тяжести и силы Архимеда, выражение для силы Архимеда, связь массы тела с плотностью</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин</i>², используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования,	1
<p>направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p>	

¹ В качестве исходных принимаются формулы, указанные в кодификаторе проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике. В случае использования формул, не входящих в кодификатор (например, правила Кирхгофа, момент инерции и т.п.), работа оценивается ведущим экспертом исходя из особенностей предложенного альтернативного способа решения и схемы оценивания.

² Стандартными считаются обозначения физических величин, принятые в кодификаторе проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике.

числе

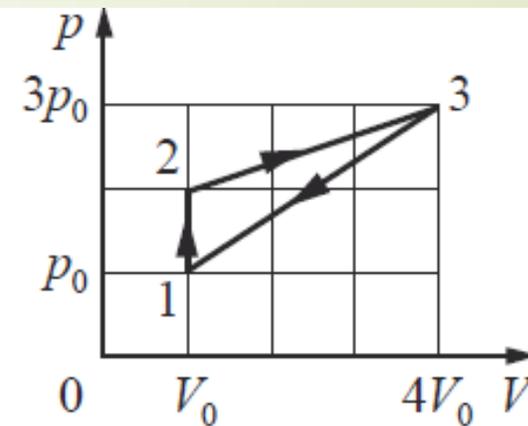
нным 0

й балл 2

Демовариант КИМ 2024. Высокий уровень сложности

24

В цикле, показанном на pV -диаграмме, $\nu = 4$ моль разреженного гелия получает от нагревателя количество теплоты $Q_{\text{нагр}} = 120$ кДж. Найдите температуру T_2 гелия в состоянии 2.



Процесс	A	ΔU	Q	комментарий
12	0	+	+	Получает тепло
23	+	+	+	Получает тепло
31	0	-	-	Отдает тепло
цикл	+	0	+	Получает тепло

$$2p_0V_0 = \nu RT_2$$

$$T_2 = \frac{Q_{\text{нагр}}}{12\nu R} = \frac{120000}{12 \cdot 8,31 \cdot 4} \approx 301\text{К}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \cdot (2p_0V_0 - p_0V_0) = 1,5p_0V_0$$

$$\begin{aligned} Q_{23} &= \Delta U_{23} + A_{23} = \\ &= \frac{3}{2} \cdot (12p_0V_0 - 2p_0V_0) + \frac{2p_0 + 3p_0}{2} (4V_0 - V_0) \\ &= 15p_0V_0 + 7,5p_0V_0 = 22,5p_0V_0 \end{aligned}$$

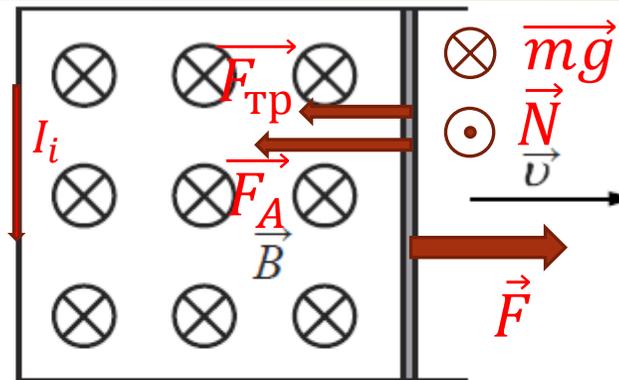
$$Q_{\text{нагр}} = Q_{12} + Q_{23} = 1,5p_0V_0 + 22,5p_0V_0$$

$$Q_{\text{нагр}} = 24p_0V_0$$

Демовариант КИМ 2024. Высокий уровень сложности

25

Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплён в горизонтальном положении (см. рисунок). На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка прямоугольного поперечного сечения, массой 370 г и длиной 1 м. Сопротивление перемычки равно 0,025 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Какую горизонтальную силу нужно приложить к перемычке, чтобы двигать её с постоянной скоростью 2 м/с, если коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,2? Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.



$$\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}_A + \vec{F} + \vec{N} + \vec{mg} = \vec{0} \quad F - F_{\text{тр}} - F_A = 0$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \quad F_A = B \cdot I_i \cdot \ell = B \frac{\mathcal{E}_i}{R} \ell = B \frac{B \ell v}{R} \ell$$

$$F = \mu mg + \frac{B^2 \ell^2 v}{R} = 0,2 \cdot 0,37 \cdot 10 + \frac{0,01 \cdot 2}{0,025} = 1,54 \text{ Н}$$

Демовариант КИМ 2024. Критерии оценивания расчетных задач

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>определение работы газа по графику, уравнение Клапейрона – Менделеева, выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа, первое начало термодинамики</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
---	---

<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

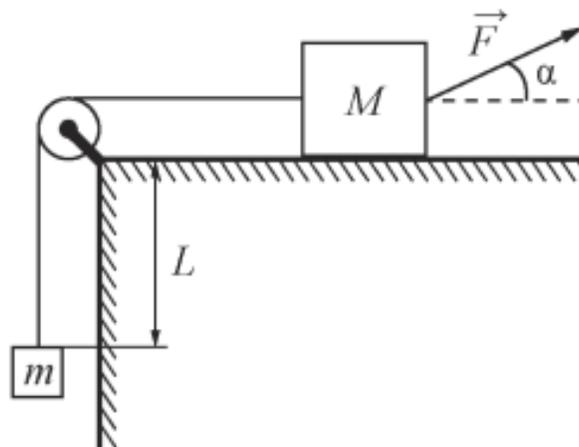
Демовариант КИМ 2024. Высокий уровень сложности

26

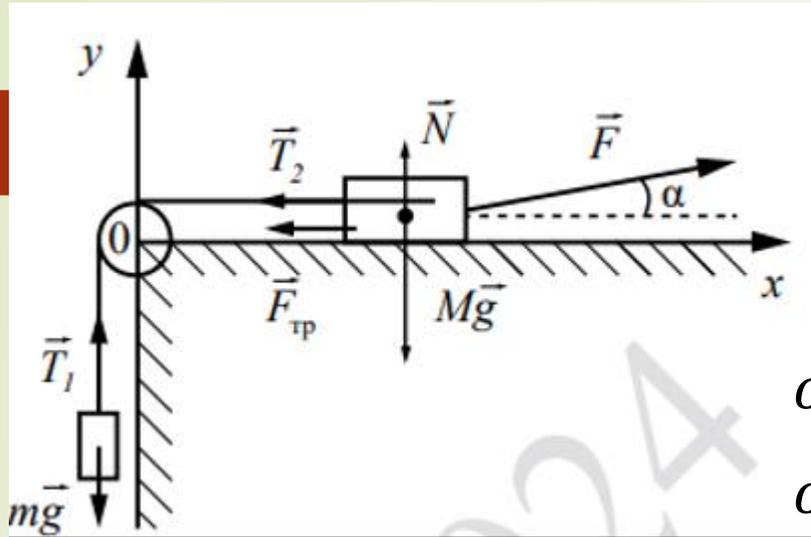
Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с, разрывается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая – в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается на 0,5 МДж. Найдите скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда. Сопротивлением воздуха пренебречь. **Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.**

ИЛИ

На горизонтальном столе находится брусок массой $M = 1$ кг, соединённый невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой $m = 500$ г. На брусок действует сила \vec{F} , направленная под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок), $F = 9$ Н. В момент начала движения груз



находится на расстоянии $L = 32$ см от края стола. Какую скорость V будет иметь груз в тот момент, когда он поднимется до края стола, если коэффициент трения между бруском и столом $\mu = 0,3$? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на брусок и груз. **Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.**



$$\vec{F}_{\text{Tp}} + \vec{T}_2 + \vec{F} + \vec{N} + \vec{Mg} = \vec{Ma}_2$$

$$\vec{T}_1 + \vec{mg} = \vec{ma}_1$$

$$ox: F \cos \alpha - T - F_{\text{Tp}} = Ma$$

$$oy: F \sin \alpha + N - Mg = 0$$

$$F_{\text{Tp}} = \mu N = \mu(Mg - F \sin \alpha)$$

$$oy: T - mg = ma$$

$$F \cos \alpha - mg - \mu(Mg - F \sin \alpha) = (m + M)a$$

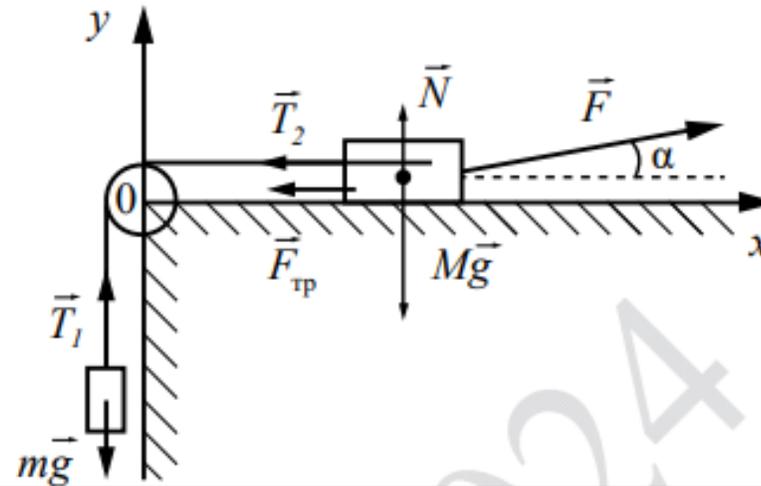
$$2aL = V^2$$

$$V = \sqrt{2L \cdot \frac{F \cos \alpha - mg - \mu(Mg - F \sin \alpha)}{(m + M)}} = \sqrt{0,64 \cdot \frac{9 \frac{\sqrt{3}}{2} - 0,5 \cdot 10 - 0,3 \cdot (10 - 9 \cdot 0,5)}{0,5 + 1}} = 0,7 \frac{\text{M}}{\text{c}}$$

Задание 26. Обоснование физической модели

Обоснование

1. Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной со столом. При нахождении ускорений тел будем применять второй закон Ньютона, сформулированный для материальных точек, поскольку тела движутся поступательно. Трением в оси блока и о воздух



Критерий 1

Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: выбор ИСО, модель материальной точки, равенство модулей сил натяжения нитей и модулей ускорений брусков, рисунок с указанием сил, действующих на тела

Обоснование применимости законов механики

Второй закон Ньютона для связанных тел

1. Применяем в ИСО

2. Применяем для материальной точки

А) размеры тела, для которого применяется закон малы по сравнению с расстояниями и размерами других тел в данной задаче;

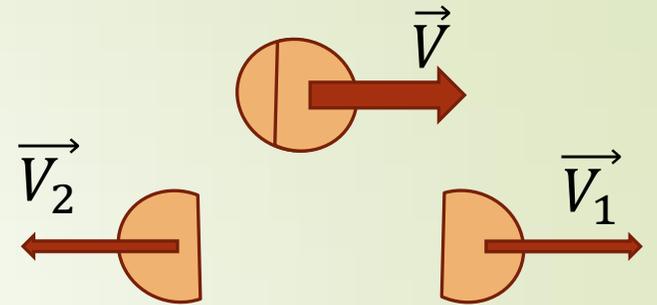
Б) тело движется поступательно

3. Рисунок сил

4. Условие равенства сил натяжения нити (невесомость нити, идеальность блока при его наличии)

5. Условие равенства ускорений тел (нерастяжимость нити)

Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с, разбивается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая – в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается на 0,5 МДж. Найдите скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда. Сопротивлением воздуха пренебречь. *Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.*



$$m\vec{V}_1 + m\vec{V}_2 - M\vec{V} = \vec{F}_{\Sigma\text{вне}}\Delta t$$

$$E_{\text{конечная}} - E_{\text{начальная}} = \Delta E$$

$$mV_1 - mV_2 = 2mV$$

$$\left(\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2}\right) - \frac{2mV^2}{2} = \Delta E$$

$$\left(\frac{mV_1^2}{2} + \frac{m(V_1 - 2V)^2}{2}\right) - \frac{2mV^2}{2} = \Delta E$$

$$m(V_1^2 + V_1^2 - 4V_1V + 4V^2 - 2V^2) = 2\Delta E \quad (V_1 - V)^2 = \frac{2\Delta E}{m} \quad V_1 = V + \sqrt{\frac{2\Delta E}{m}}$$

$$V_1 = 400 + \sqrt{\frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10^6}{4}} = 900 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Демовариант КИМ 2024.

Обоснование физической модели

Обоснование

1. Введём инерциальную систему отсчёта, связанную с Землёй, и направим ось Ox системы координат в направлении начальной скорости движения снаряда.
2. При описании движения снаряда и осколков используем модель материальной точки.
3. Для описания разрыва снаряда использован закон сохранения импульса системы тел. Он выполняется в инерциальной системе отсчёта, если сумма внешних сил, приложенных к телам системы, равна нулю. В данном случае из-за отсутствия сопротивления воздуха внешней силой является только сила тяжести $m\vec{g}$, которая не равна нулю. Но этим можно пренебречь, считая время разрыва снаряда малым. За малое время разрыва импульс каждого из осколков меняется на конечную величину за счёт больших внутренних сил, разрывающих снаряд при взрыве. По сравнению с этими большими силами конечная сила тяжести пренебрежимо мала.
4. Так как время разрыва снаряда считаем малым, то можно пренебречь и изменением потенциальной энергии снаряда и его осколков в поле тяжести в процессе разрыва.

Обоснование

1. Введём инерциальную систему отсчёта, связанную с Землёй, и направим ось Ox системы координат в направлении начальной скорости движения снаряда.
2. При описании движения снаряда и осколков используем модель материальной точки.
3. Для описания разрыва снаряда использован закон сохранения импульса системы тел. Он выполняется в инерциальной системе отсчёта, если сумма внешних сил, приложенных к телам системы, равна нулю. В данном случае из-за отсутствия сопротивления воздуха внешней силой является только сила тяжести $m\vec{g}$, которая не равна нулю. Но этим можно пренебречь, считая время разрыва снаряда малым. За малое время разрыва импульс каждого из осколков меняется на конечную величину за счёт больших внутренних сил, разрывающих снаряд при взрыве. По сравнению с этими большими силами конечная сила тяжести пренебрежимо мала.
4. Так как время разрыва снаряда считаем малым, то можно пренебречь и изменением потенциальной энергии снаряда и его осколков в поле тяжести в процессе разрыва.

Демовариант
КИМ 2024.

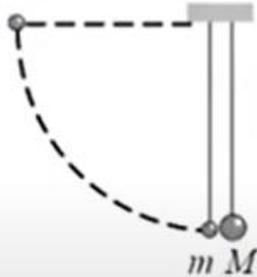
Обоснование
физической
модели

$$\overrightarrow{F_{\text{внешних сил}}} \Delta t = 0?$$

$$A_{\text{внешних сил}} + A_{\text{трения}} = 0?$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: <u>выбор ИСО, материальная точка, условия применения закона сохранения импульса и закона сохранения энергии</u>	1
В обосновании отсутствует один или несколько из элементов. ИЛИ В обосновании допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0

Два шарика, массы которых $m = 0,1$ кг и $M = 0,2$ кг, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях длиной $l = 1,5$ м (см. рис.). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают из состояния покоя. Какое количество теплоты выделится в результате абсолютно неупругого удара шариков? Обоснуйте применимость использующихся законов к решению задачи.



- Выбор ИСО
- Материальные точки
- Условие применимости закона сохранения энергии
- Условие применимости закона сохранения импульса

Обоснование

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной (ИСО).
2. Шарик m и M описываем моделью материальной точки, так как их размеры малы по сравнению с длинами нитей.
3. При движении шарика m по окружности от начального положения до столкновения шариков на него действуют потенциальная сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити \vec{T} (сопротивлением воздуха пренебрегаем). Сила \vec{T} направлена по нити, то есть по радиусу окружности, а скорость \vec{v} шарика m направлена по касательной к окружности. Поэтому в любой точке траектории шарика $\vec{T} \perp \vec{v}$ и работа силы \vec{T} при движении шарика от начального положения до места столкновения шариков равна нулю. Следовательно, при этом движении сохраняется механическая энергия шарика m

$$E_{\text{мех}} = \frac{mv^2}{2} + mgh.$$

4. Закон сохранения импульса системы тел выполняется в ИСО в проекциях на выбранную ось, если сумма проекций внешних сил на эту ось равна нулю. В данном случае выбранную ось направим горизонтально вправо, по направлению скорости шарика m перед столкновением. При столкновении все внешние силы, действующие на систему тел «шарик m + шарик M » (силы тяжести $m\vec{g}$ и $M\vec{g}$, а также силы натяжения нитей) вертикальны. Следовательно, в ИСО проекция импульса системы «шарик m + шарик M » на горизонтальную ось сохраняется при их столкновении.

Обоснование применимости законов механики

Закон сохранения импульса системы тел

1. Применяем в ИСО
2. Применяем для системы материальных точек
3. Применение закона сохранения импульса требует
 - А) замкнутости системы взаимодействующих тел, то есть отсутствия внешних сил
 - или
 - Б) замкнутости системы вдоль одной из осей
 - или
 - В) малости импульса внешних сил ввиду малого времени взаимодействия по сравнению с начальным и конечным импульсами взаимодействующих тел (при столкновении, разрыве тел, выстреле и т.п.) и конечности (ограниченности) внешних сил

$$\vec{p}_{\text{системы}}^{\text{конечный}} - \vec{p}_{\text{системы}}^{\text{начальный}} = \vec{F}_{\text{внешних сил}} \Delta t$$

Обоснование применимости законов механики

Закон сохранения энергии системы тел

1. Применяем в ИСО
2. Применяем для системы материальных точек
3. Применение закона сохранения энергии требует равенства нулю мощности внешних сил и мощности неконсервативных сил.

Работа, а следовательно и мощность внешних и неконсервативных сил будет равна нулю либо если соответствующая сила равна нулю, либо когда сила перпендикулярна скорости. Последнее часто встречается для описания работы силы нормальной реакции опоры и силы натяжения нити.

4. Если эти работы нельзя считать равными нулю, то их сумма приравнивается к изменению полной механической энергии системы тел. Или убыль полной механической энергии приравнивается к количеству теплоты, выделившемуся в ходе изучаемого процесса.

$$E_{\text{конечная}} - E_{\text{начальная}} = A_{\text{внешних сил}} + A_{\text{трения}} \quad E_{\text{начальная}} - E_{\text{конечная}} = Q$$

Использовались:

1. Материалы демоверсии КИМ ЕГЭ - 2024

ЕГЭ - ФИПИ

<https://fipi.ru> »

2. Выступления М.Ю.Демидовой на съезде учителей физики в 2024 году

3. Материалы статистико-аналитического отчета о результатах ЕГЭ по физике в СО

<http://ege.midural.ru/publikacii/analiticheskie-materialy.html>



Спасибо

за

внимание!