



Особенности ЕГЭ 2022 по физике

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

Спецификация КИМ 2022

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 54	Тип заданий
Часть 1	23	34	63	С кратким ответом
Часть 2	7	20	37	С развёрнутым ответом
Итого	30	54	100	

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 54
Базовый	19	26	48
Повышенный	7	15	28
Высокий	4	13	24
Итого	30	54	100

10. Изменения в КИМ ЕГЭ 2022 года в сравнении с КИМ 2021 года

1. В 2022 г. изменена структура КИМ ЕГЭ, общее количество заданий уменьшилось и стало равным 30. Максимальный балл увеличился до 54.
2. В части 1 работы введены две новые линии заданий (линия 1 и линия 2) базового уровня сложности, которые имеют интегрированный характер и включают в себя элементы содержания не менее чем из трёх разделов курса физики.
3. Изменена форма заданий на множественный выбор (линии 6, 12 и 17). Если ранее предлагалось выбрать два верных ответа, то в 2022 г. в этих заданиях предлагается выбрать все верные ответы из пяти предложенных утверждений.
4. В части 2 увеличено количество заданий с развёрнутым ответом и исключены расчётные задачи повышенного уровня сложности с кратким ответом. Добавлена одна расчётная задача повышенного уровня сложности с развёрнутым ответом и изменены требования к решению задачи высокого уровня по механике. Теперь дополнительно к решению необходимо представить обоснование использования законов и формул для условия задачи. Данная задача оценивается максимально 4 баллами, при этом выделено два критерия оценивания: для обоснования использования законов и для математического решения задачи.

Используются следующие условные обозначения.

1) *ПР* – предметные результаты обучения, *КЭС* – контролируемые элементы содержания. Коды *ПР* и *КЭС* представлены в соответствии с кодификатором требований к результатам обучения;

2) уровни сложности заданий: *Б* – базовый, *П* – повышенный, *В* – высокий.

Но- мер зада- ния	Предметный результат	Код ПР	Код КЭС	Уро- вень слож- ности	Макс. балл за зада- ние
3	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы	2.1	1.1, 1.2	Б	1
4	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы	2.1	1.4	Б	1
5	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы	2.1	1.3, 1.5	Б	1
6	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики	2.2– 2.4	1	П	2
7	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики	2.2– 2.4	1	Б	2
8	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы	2.2– 2.4	1	Б	2

ЧАСТЬ 1

- №1 и №2 – интегрированные задания базового уровня сложности
- №3-№8 – механика (3 задания с кратким ответом, множественный выбор, изменение величин, соответствие)
- №9-№13 – молекулярная физика (3 задания с кратким ответом, множественный выбор, изменение величин или соответствие)
- №14-№19 – электродинамика (3 задания с кратким ответом, множественный выбор, изменение величин, соответствие)
- №20 и №21- квантовая физика (с кратким ответом и на изменение величин или соответствие)
- №22 и №23 – методология (без обновления)

Демовариант КИМ 2022

1

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

- 1) Потенциальная энергия тела зависит от его массы и скорости движения тела.
- 2) Хаотическое тепловое движение частиц тела прекращается при достижении термодинамического равновесия.
- 3) В растворах или расплавах электролитов электрический ток представляет собой упорядоченное движение ионов, происходящее на фоне их теплового хаотического движения.
- 4) При преломлении электромагнитных волн на границе двух сред длина волны остаётся неизменной величиной.
- 5) В процессе позитронного бета-распада происходит выбрасывание из ядра позитрона, возникшего из-за самопроизвольного превращения протона в нейтрон.

Ответ: _____ **35** _____

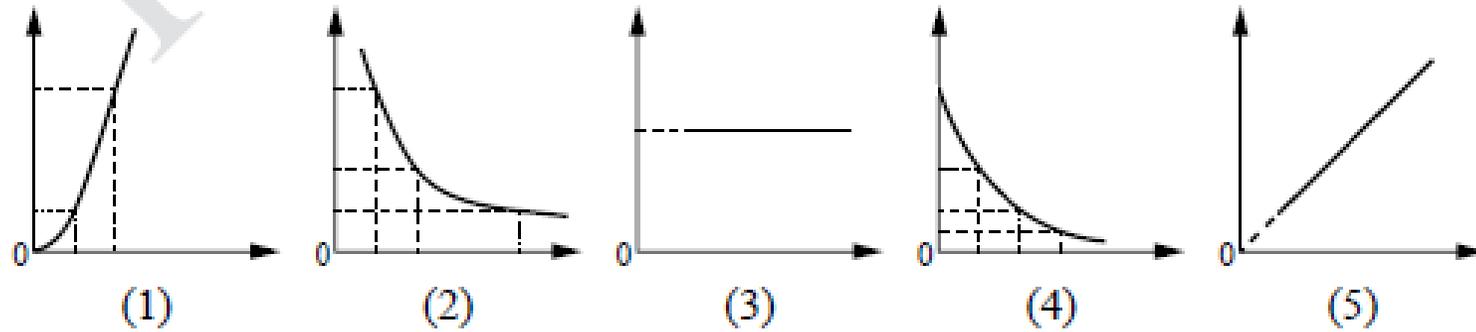
Демовариант КИМ 2022

2

Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость модуля импульса равномерно движущегося тела от времени;
- Б) зависимость давления идеального газа от его объема при изотермическом процессе;
- В) зависимость энергии фотона от его частоты.

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.



Ответ:

А	Б	В
3	2	5

Примеры новых линий заданий

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

- 1) При неупругом соударении тел выполняются закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии.
- 2) Явление резонанса наступает в колебательной системе при совпадении частоты вынуждающей силы с собственной частотой колебательной системы.
- 3) Хаотическое тепловое движение частиц тела прекращается при достижении термодинамического равновесия.
- 4) Напряжённость поля, создаваемого системой точечных зарядов, равна скалярной сумме напряжённостей поля каждого заряда.
- 5) Сила Лоренца не действует на заряженные частицы, влетающие параллельно линиям индукции однородного магнитного поля.

Ответ: _____ 25 _____

Примеры новых линий заданий

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

- 1) Кинетическая энергия тела увеличивается прямо пропорционально скорости движения тела.
- 2) В процессе плавления постоянной массы вещества его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) При протекании постоянного электрического тока по проводнику количество теплоты, выделяющееся в нём за одно и то же время, возрастает пропорционально квадрату силы тока.
- 4) При изменении магнитного потока через площадку, охваченную замкнутым проводящим контуром, магнитное поле индукционного тока в контуре всегда увеличивает магнитный поток через эту площадку.
- 5) При альфа-распаде заряд ядра уменьшается на 4 элементарных положительных заряда.

Ответ: _____23_____

Примеры новых линий заданий

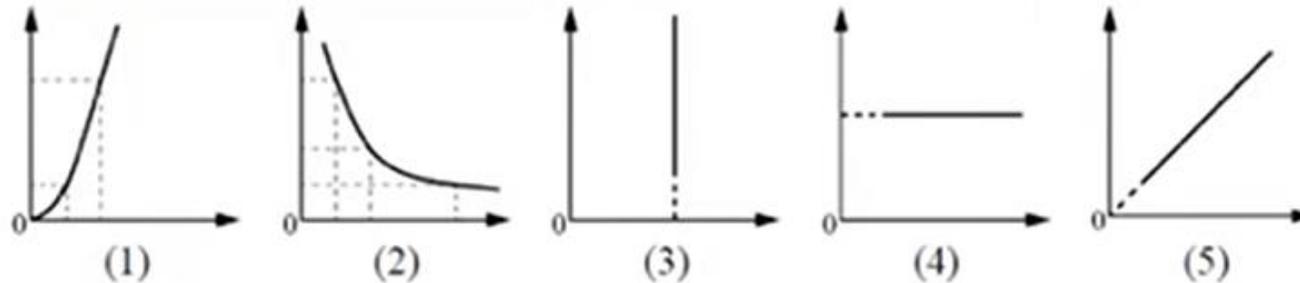
Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость скорости тела, движущегося равномерно, от времени движения;

Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от его объема в изотермическом процессе;

В) — зависимость энергии электрического поля конденсатора электроемкостью C от заряда конденсатора.

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
4	2	1

Структура тематического блока заданий

3

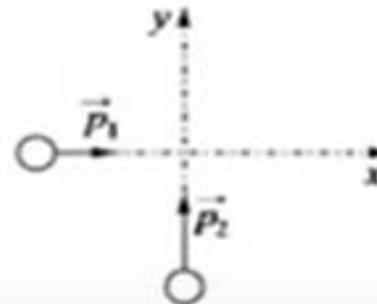
К системе из кубика массой $M = 1$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила F величиной 9 Н (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жёсткость первой пружины $k_1 = 300$ Н/м. Жёсткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Каково удлинение первой пружины?



Ответ: _____ см.

4

По гладкой горизонтальной плоскости движутся вдоль осей x и y две шайбы с импульсами, равными по модулю $p_1 = 2$ кг·м/с и $p_2 = 3,5$ кг·м/с (см. рисунок). После их соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси y в прежнем направлении. Модуль импульса первой шайбы сразу после удара равен $p_1' = 2,5$ кг·м/с. Найдите модуль импульса второй шайбы сразу после удара.



Ответ: _____ кг·м/с.

5

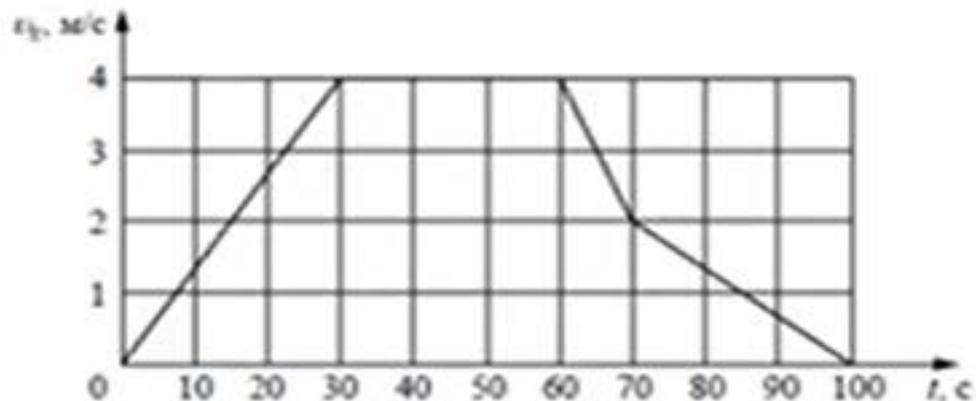
На рычаг действуют две силы. Момент первой силы относительно оси вращения равен 50 Н·м. Какова величина второй силы, если её плечо относительно этой же оси равно 0,5 м и рычаг при этом находится в равновесии?

Ответ: _____ Н.

Структура тематического блока заданий

6

В инерциальной системе отсчёта вдоль оси Ox движется тело массой 20 кг. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t .



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие данное движение тела. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Кинетическая энергия тела в промежутке времени от 60 до 70 с уменьшилась в 4 раза.
- 2) За промежуток времени от 0 до 30 с тело переместилось на 20 м.
- 3) В момент времени $t = 40$ с равнодействующая сил, действующих на тело, равна 0.
- 4) Модуль ускорения тела в промежутке времени от 0 до 30 с в 2 раза больше модуля ускорения тела в промежутке времени от 70 до 100 с.
- 5) В промежутке времени от 70 до 100 с импульс тела уменьшился на 60 кг·м/с.

Ответ: _____

134

Структура тематического блока заданий

7

На поверхности воды плавает прямоугольный брусок из древесины плотностью 400 кг/м^3 . Брусок заменили на другой брусок той же массы и с той же площадью основания, но из древесины плотностью 600 кг/м^3 . Как при этом изменилась глубина погружения бруска и действующая на него сила Архимеда?

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.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда
3	3

8

Один конец лёгкой пружины жёсткостью k прикреплен к бруску, а другой закреплён неподвижно. Брусок скользит по горизонтальной направляющей так, что координата его центра масс изменяется со временем по закону $x(t) = A \sin \omega t$.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение бруска, и формулами, выражающими их изменения во времени.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) кинетическая энергия бруска $E_k(t)$

1) $-kA \sin \omega t$

Б) проекция $a_x(t)$ ускорения бруска ось x

2) $\frac{kA^2}{2} \cos^2 \omega t$

3) $-A\omega^2 \sin \omega t$

4) $\frac{kA^2}{2} \sin^2 \omega t$

Ответ:

А	Б
2	3

Изменения в заданиях на множественный выбор

6

Тело брошено вертикально вверх с поверхности Земли в момент времени $t = 0$. В таблице приведены результаты измерения модуля скорости тела в зависимости от времени. Выберите все верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

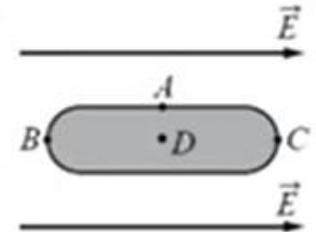
Время, с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Модуль скорости, м/с	4,0	3,0	2,0	1,0	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0

- 1) Тело поднялось на максимальную высоту равную 0,8 м.
- 2) Начальная скорость тела была равна 4 м/с.
- 3) В момент времени $t = 0,2$ с тело находится на поверхности Земли.
- 4) На высоте 0,8 м от поверхности Земли скорость тела равна 0 м/с.
- 5) За 0,7 секунд полета путь тела составил 1 м.

Ответ: 45

17

Незаряженное металлическое тело, продольное сечение которого показано на рисунке, поместили в однородное электрическое поле напряжённостью \vec{E} . Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие результаты воздействия этого поля на металлическое тело.



- 1) Напряжённость электрического поля в точке D равна нулю.
- 2) Потенциалы в точках B и C равны.
- 3) Концентрация свободных электронов в точке A наибольшая.
- 4) В точке B индуцируется отрицательный заряд.
- 5) В точке A индуцируется положительный заряд.

Ответ: 124

ЧАСТЬ 2

7 заданий с развернутым ответом:

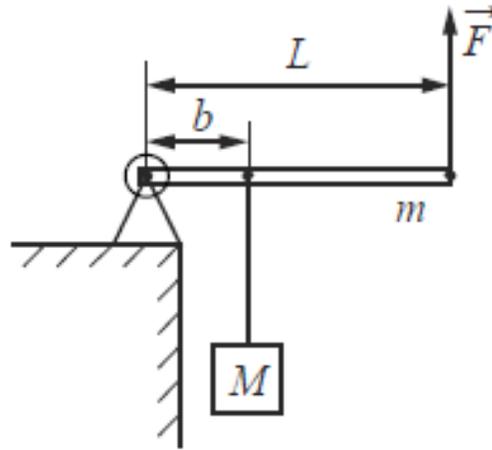
2 задачи по механике, 1-2 задачи по молекулярной физике, 2-3 задачи по электродинамике, 1 задача по квантовой физике

- №24 - качественная задача (по любому разделу), 3 балла
- №25 – расчетная задача (молекулярная физика, механика), 2 балла
- №26 – расчетная задача (квантовая физика), 2 балла
- №27 – расчетная задача (молекулярная физика), 3 балла
- №28 – расчетная задача (электродинамика), 3 балла
- №29 – расчетная задача (электродинамика /оптика/), 3 балла
- №30 – расчетная задача (механика), 4 балла

Задания 25, 26

25

Груз массой $M = 75$ кг медленно поднимают с помощью рычага, приложив вертикальную силу \vec{F} (см. рисунок). Рычаг, сделанный из однородного стержня массой $m = 10$ кг и длиной $L = 4$ м, шарнирно закреплён. Определите модуль силы \vec{F} , если расстояние b от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1,6 м. Считать, что трение в шарнире отсутствует.



26

В опыте по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. При этом измеряется запирающее напряжение. В таблице представлены результаты исследования зависимости модуля запирающего напряжения U от длины волны λ падающего света.

Модуль запирающего напряжения U , В	0,4	0,6
Длина волны света λ , нм	546	491

Чему равна постоянная Планка по результатам этого эксперимента?

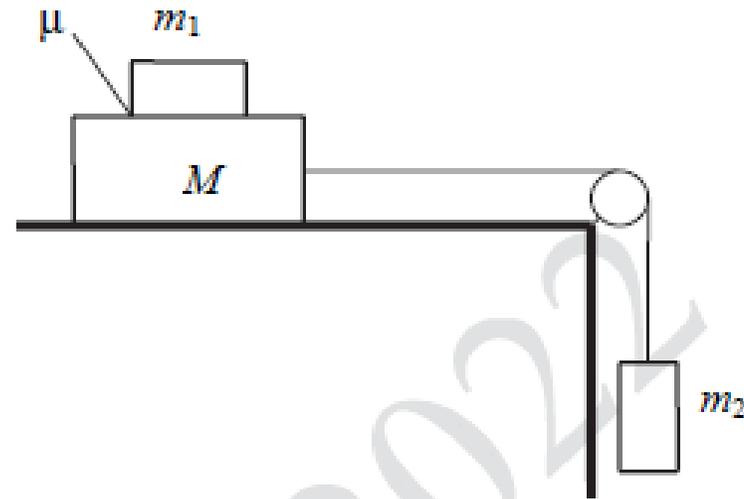
26

Детектор полностью поглощает падающий на него свет частотой $\nu = 7 \cdot 10^{14}$ Гц. Поглощаемая мощность $P = 3 \cdot 10^{-14}$ Вт. За какое время детектор поглотит $N = 5 \cdot 10^5$ фотонов?

Задание 30. Обоснование физической модели

30

Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола горизонтальная гладкая. Коэффициент трения между грузами M и m_1 $\mu = 0,2$. Грузы M и m_2 связаны лёгкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Пусть $M = 1,2$ кг, $m_1 = m_2 = m$. При каких значениях m грузы M и m_1 движутся как одно целое?



Какие законы Вы использовали для описания движения системы грузов? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

Критерии оценивания выполнения задания					Баллы
<i>Критерий 1</i>					
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)					1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка.					0
ИЛИ					
Обоснование отсутствует					
<i>Критерий 2</i>					

Обоснование

Будем считать систему отсчёта, связанную со столом, инерциальной. Пока грузы M и m_1 движутся как одно целое, их можно считать одним твёрдым телом $M + m$ сложной формы. Это тело движется поступательно, как и груз m_2 , поэтому эти тела можно описывать моделью материальной точки. В ИСО движение материальной точки описывается вторым законом Ньютона.

На рисунке показаны внешние силы, действующие на это тело и на груз m_2 .

Так как нить лёгкая и скользит по блоку без трения, то можно считать

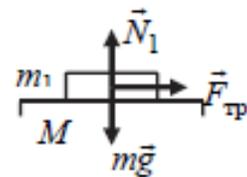
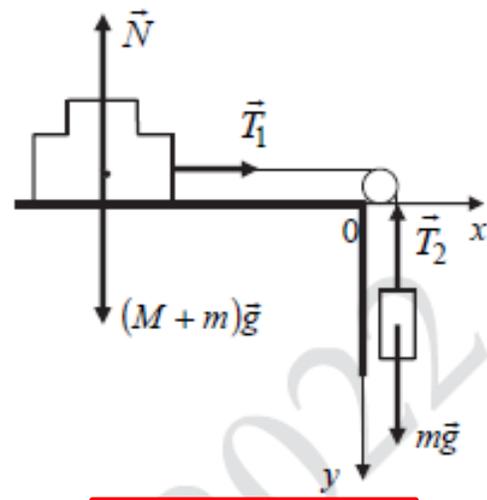
$$T_1 = T_2 = T \quad (1)$$

Так как нить нерастяжима, то ускорения тел

$$a_1 = a_2 = a \quad (2)$$

Груз m_1 покоится относительно груза M . Силы, действующие на этот груз, показаны на рисунке.

Так как на груз действует сила трения покоя, то она удовлетворяет условию $F < \mu N_1$.



- Выбор ИСО
- Материальные точки
- Рисунок с указанием сил, действующих на тела
- Условие равенства сил натяжения нити
- Условие равенства ускорений тел

30

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 $0,5 \text{ МДж}$. Найдите скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Какие законы Вы использовали для описания разрыва снаряда? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

Обоснование

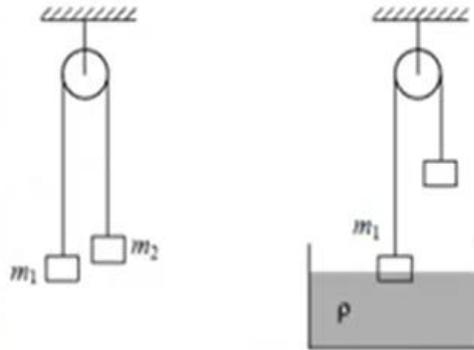
Для описания разрыва снаряда использован закон сохранения импульса системы тел. Он выполняется в инерциальной системе отсчёта, если сумма внешних сил, приложенных к телам системы, равна нулю. В данном случае из-за отсутствия сопротивления воздуха внешней силой является только сила тяжести $m\vec{g}$, 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.

Так как время разрыва снаряда считаем малым, то можно пренебречь и изменением потенциальной энергии снаряда и его осколков в поле тяжести в процессе разрыва.

Решение

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

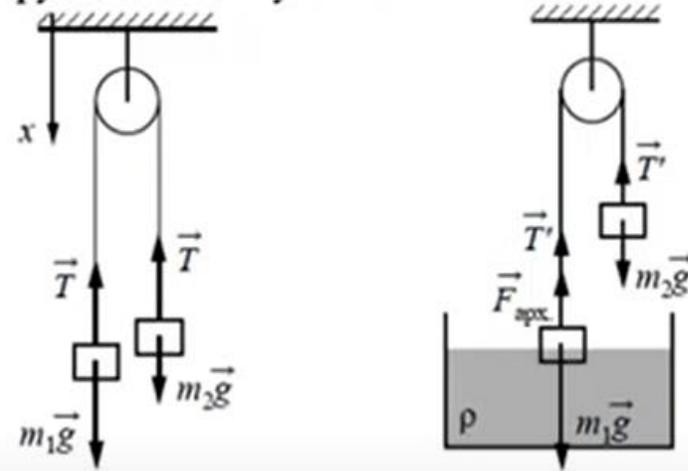
Два груза подвешены за нерастяжимую и невесомую нить к идеальному блоку, как показано на рисунке. При этом первый груз массой $m_1 = 500$ г движется из состояния покоя вниз с ускорением a . Если первый груз опустить в жидкость с плотностью $\rho = 1000$ кг/м³, находящуюся в сосуде большого объема, система будет находиться в равновесии. При этом объём погруженной в жидкость части груза равен $V = 1,5 \cdot 10^{-4}$ м³. Определите ускорение a первого груза. Обоснуйте применимость использующихся законов к решению задачи.



- Выбор ИСО
- Материальные точки
- Рисунок с указанием сил, действующих на тела
- Условие равенства сил натяжения нити
- Условие равенства ускорений тел

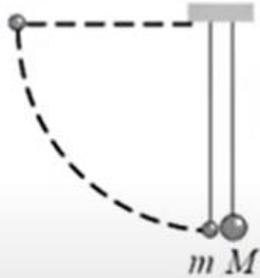
Обоснование

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной. Направим ось x декартовой системы координат вертикально вниз.
2. Грузы будем считать материальными точками независимо от их размеров, так как они движутся поступательно. На рисунках показаны силы, действующие на грузы в обоих случаях.



3. Учтено, что нить невесома, блок идеальный (нить скользит по нему без трения), поэтому можно считать $T_1 = T_2 = T$. Так как нить нерастяжима, а грузы движутся прямолинейно, то ускорения тел $a_1 = a_2 = a$.
4. Во втором случае система находится в равновесии за счёт появления силы Архимеда, действующей на погружённую в воду часть груза m_1 . Поэтому сумма проекций на ось x сил, действующих на каждый из грузов, будет равна нулю.

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

Второй закон Ньютона для связанных тел

1. Применяем в ИСО
2. Применяем для материальной точки
3. А) размеры тела, для которого применяется закон малы по сравнению с расстояниями и размерами других тел в данной задаче
Б) тело движется поступательно
4. Рисунок с указанием сил, действующих на тела
5. Условие равенства сил натяжения нити (невесомость нити, идеальность блока при его наличии)
6. Условие равенства ускорений тел (нерастяжимость нити)

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.

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.

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



Спасибо

за

ВНИМАНИЕ!