

Обобщенная схема оценивания заданий 29-32

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:);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные <u>обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи и стандартных обозначений¹ величин, используемых при написании физических законов)</u>;</p> <p>III) проведены <u>необходимые математические преобразования и расчёты</u>, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен <u>правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</u></p>	3

¹ Здесь и далее стандартными считаются обозначения, принятые в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике

Обобщенная схема оценивания заданий 29-32

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков:

2

Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

2.1

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).

2.2

И (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.

2.3

И (ИЛИ)

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)

2.4

Обобщенная схема оценивания заданий 29-32

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.	1
Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и получение ответа.	1.1
ИЛИ	
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.	1.2
ИЛИ	
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	1.3
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0



Возможные изменения в схеме оценивания заданий 29-32

а) Требуется дополнительно сделать **рисунок с указанием сил**, действующих на тело. В этом случае включается требование к правильности рисунка в описание полного правильного ответа, а также дополнительные условия к выставлению **2 баллов**.

б) Требуется изобразить **схему электрической цепи или оптическую схему**. В этом случае включается требование к правильности рисунка в описание полного правильного ответа, а также дополнительные условия к выставлению **2 и 1 баллов**.

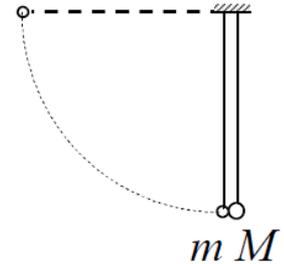
в) В задании **не требуется получения числового ответа**. В этом случае в описании полного верного решения снимается требование к указанию числового ответа, и вносятся изменения в критерии оценивания **на 2 балла**.

г) Условие задачи предполагает **определение данных по графику, таблице или рисунку экспериментальной установки**. В этом случае в описание полного верного решения вносится дополнительное требование к правильности определения исходных данных по графику, таблице или рисунку экспериментальной установки, а также указывается дополнительное требование к выставлению **2 баллов**.

Задача №29

Пример - 1

Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях (см. рисунок). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают с начальной скоростью, равной нулю. Каким должно быть отношение масс шариков $\frac{M}{m}$, чтобы в результате их абсолютно неупругого удара половина кинетической энергии левого шарика, которой шарик обладал непосредственно перед ударом, перешла в тепло?



Возможное решение

Закон сохранения импульса при ударе:

$$mv = (m + M)V, \quad (1)$$

где v – скорость левого шарика перед ударом, V – скорость шаров после неупругого удара.

Количество теплоты, выделившееся при ударе:

$$Q = \frac{mv^2}{2} - \frac{(m + M)V^2}{2}. \quad (2)$$

По условию задачи

$$Q = \frac{mv^2}{4}. \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1)–(3), получаем: $v = 2V$; $m = M$.

Следовательно, $\frac{M}{m} = 1$.

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: <u>закон сохранения импульса и закон изменения механической энергии</u>);</p> <p>II) <u>описаны все вновь вводимые</u> в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3

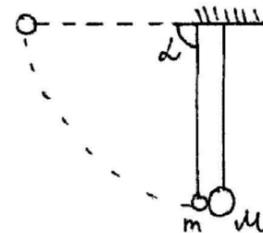
Примеры решения

29. Дано:

$$\angle \alpha = 90^\circ$$

$$\frac{E_{\text{км}}}{2} = Q$$

Найти: $\frac{M}{m}$



Решение:

Шарик с массой m перед ударом о шарик с массой M будет иметь наибольшую скорость, следовательно, наибольшую кинетическую энергию.

Эта энергия, по закону сохранения энергии, частично перейдет в тепло, а оставшаяся — в кинетическую энергию системы тел из шарика m и шарика M . Т.к. в тепло перейдет половина кинетической энергии шарика m , следовательно, вторая половина превратится в кинетическую энергию системы шариков m и M .

Запишем закон сохранения энергии для этого случая :

$$\frac{E_{к.м}}{2} = E_{к.(м+м)}$$

$$1) \frac{m\delta^2}{4} = \frac{(M+m)u^2}{2}, \text{ где } \delta - \text{ макс. скорость шарика } m,$$

u - макс. скорость системы шариков m и M .

По закону сохранения импульса :

$$Mu = \cancel{(M+m)\delta} \quad m\delta = (M+m)u; \text{ отсюда :}$$

$$u = \frac{m\delta}{M+m}$$

Подставим u в уравнение (1) :

$$\frac{m\delta^2}{4} = \frac{\cancel{(M+m)} m^2 \delta^2}{2(M+m)^2};$$

$$\frac{m\delta^2}{4} = \frac{m^2 \delta^2}{2(M+m)};$$

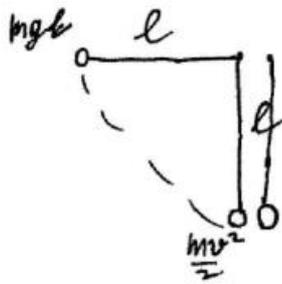
$$\frac{1}{4} = \frac{m}{2(M+m)};$$

$$4m = 2M + 2m;$$

$$2m = 2M \Rightarrow m = M \Rightarrow \frac{M}{m} = 1.$$

Ответ: $\frac{M}{m} = 1.$

N 29



~~по закону~~

по закону сохранения энергии:

~~по закону сохранения энергии:~~

$$mgl = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{(m+M)v_1^2}{2} + Q$$

$$Q = \frac{mv^2}{2} \cdot 2 = \frac{mv^2}{1}$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{(m+M)v_1^2}{2} + \frac{mv^2}{1}$$

$$\frac{mv^2}{4} = \frac{(m+M)v_1^2}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2} = (m+M)v_1^2$$

по закону сохранения импульса:

$$mv = (m+M)v_1$$

$$v_1 = \frac{mv}{m+M}$$

см. ответ N 2

N 29 (продолжение)

$$v_1 = \frac{mv}{m+M}$$

$$\frac{mv^2}{2} = (m+M)v_1^2$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{(m+M)m^2v^2}{(m+M)^2}$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{m^2v^2}{m+M}$$

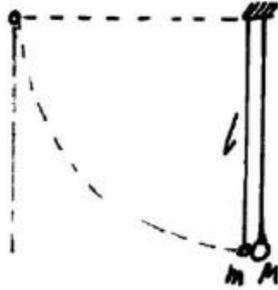
$$\frac{m}{m+M} = \frac{1}{2}$$

$$2m = m+M$$

$$m = M; \frac{m}{M} = 1$$

$$\text{ответ: } \frac{M}{m} = 1$$

№ 29



Длина нити - l . В начальный период времени левый шарик обладал лишь потенциальной энергией

$$E_{\text{п}} = mgl$$

После удара в потенциальная энергия превратилась в кинетическую $E_{\text{п}} = E_{\text{к}} \Rightarrow$ энергия переданная

в теплому $= \frac{E_{\text{п}}}{2} = \frac{mgl}{2} = \text{ост. энергии}$

~~$E_{\text{ост.}}$ в момент удара передана в $E_{\text{к}}(\text{оба})$~~
 ~~$E_{\text{ост.}} = \frac{(M+m)v^2}{2}$~~

По закону сохранения импульсов найдём отношение масс шариков: $mV = (M+m)v_1$ т.к. удар абсолютно неупругий

$$mV = Mv_1 + mv_1$$

$$mV - mv_1 = Mv_1$$

$$m(V - v_1) = Mv_1$$

$$\frac{m}{M} = \frac{v_1}{V - v_1}$$

Ответ: $\frac{m}{M} = \frac{v_1}{V - v_1}$

29) При неупругом ударе импульс равен $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}$,
 где $\frac{m_1 v_1}{2} + \frac{m_2 v_2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) v}{2}$, в начальный момент времени E_k левой шарик
 равно 0, т.к. $v_0 = 0$. Он подскакивает на некоторой высоте \Rightarrow
 $E_k = E_p \Rightarrow E_k = mgh$, в ~~момент удара~~ ~~E_k будет максимал~~
~~при~~ ∞ при возвращении левого шарика в первоначальное
 положение E_k максимална $\Rightarrow \frac{mv^2}{2}$ где $\frac{m_1 v_1}{2} + \frac{m_2 v_2}{2} = 0$
 $\frac{m_2 v_2}{2} = \frac{m_1 v_1}{4} \Rightarrow$ соотношение масс должно быть $\frac{M}{m} = 2$.



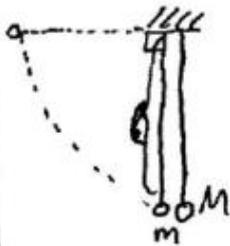
29) Дано

$$Q = \frac{\Sigma_1}{2}$$

$$v_0 = 0 \text{ м/с}$$

Кейтти

$$\frac{M}{m} = ?$$



Решение

$$\Sigma_1 = \Sigma_2 + Q$$

$S = \frac{\pi \cdot l}{2}$ - четверть длины окружности с радиусом l .

$$S = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$$

$$v_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$\left. \begin{matrix} S = \frac{a t^2}{2} \\ S = \frac{\pi l}{2} \end{matrix} \right\} \Rightarrow \frac{a t^2}{2} = \frac{\pi l}{2} \Leftrightarrow t^2 = \frac{\pi \cdot l}{a}$$

$$a = \frac{v}{t} \Leftrightarrow a^2 = \frac{v^2}{t^2} \Leftrightarrow v^2 = a^2 \cdot t^2 = a^2 \cdot \frac{\pi \cdot l}{a} = \pi \cdot l \cdot a$$

$$\Sigma_1 = \frac{m v^2}{2} = \frac{m \cdot \pi \cdot l \cdot a}{2}$$

$$Q = \frac{\Sigma}{2} = \frac{m \cdot \pi \cdot l \cdot a}{2}$$

смотри на обороте

$$\Sigma_2 = \frac{m \cdot \pi \cdot l \cdot a}{2} - \frac{m \cdot \pi \cdot l \cdot a}{4} = \frac{m \cdot \pi \cdot l \cdot a}{4}$$

0

$$\Sigma_2 = \frac{m \cdot \pi \cdot l \cdot a}{4} = \frac{M \cdot v_2^2}{2} \Leftrightarrow \frac{m \cdot \pi \cdot l \cdot a}{2} = M \cdot v_2^2$$

$$\vec{P}_1 = \vec{P}_2 \Leftrightarrow m \vec{v}_1 = M \vec{v}_2 \Leftrightarrow m^2 \vec{v}_1^2 = M^2 \vec{v}_2^2 \Leftrightarrow \vec{v}_2 = \frac{m^2 \cdot v_1^2}{M^2} = \frac{m^2 \cdot \pi \cdot l \cdot a}{M^2}$$

$$\Rightarrow \frac{m \cdot \pi \cdot l \cdot a}{2} = M \cdot \frac{m^2 \cdot \pi \cdot l \cdot a}{M^2} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{m}{M} \Leftrightarrow \frac{M}{m} = 2.$$

Ответ: 2.

30

В вертикальном цилиндрическом сосуде с площадью поперечного сечения $S = 5 \text{ см}^2$, ограниченном сверху подвижным поршнем массой $M = 1 \text{ кг}$, находится воздух при комнатной температуре. Первоначально поршень находился на высоте $H = 13 \text{ см}$ от дна сосуда. На какой высоте h от дна сосуда окажется поршень, если на него положить груз массой $m = 0,5 \text{ кг}$? (Воздух считать идеальным газом, а его температуру – неизменной. Атмосферное давление принять равным 10^5 Па .) Трение между стенками сосуда и поршнем не учитывать.

Возможное решение

В соответствии с условием равновесия поршня

$$p_a + Mg/S = p_1, \quad (1)$$

$$p_a + (M + m)g/S = p_2, \quad (2)$$

где p_a – атмосферное давление воздуха, p_1 и p_2 – соответственно давление воздуха в сосуде до и после добавления груза массы m .

Согласно закону Бойля – Мариотта

$$p_1 H = p_2 h. \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1)–(3), получим:

$$h = \frac{p_a + \frac{Mg}{S}}{p_a + \frac{M+m}{S}g} H = \frac{10^5 + \frac{1 \cdot 10}{5 \cdot 10^{-4}}}{10^5 + \frac{1,5 \cdot 10}{5 \cdot 10^{-4}}} \cdot 0,13 = 12 \text{ см.}$$

Ответ: $h = 12 \text{ см}$

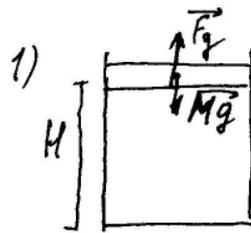


ФИПИ

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>условие равновесия поршня, закон Бойля – Мариотта</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, 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

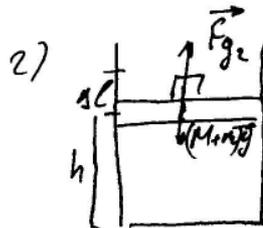
Примеры решения

30
 Дано: $S = 5 \text{ см}^2 = 0,05 \text{ м}^2$
 $M = 1 \text{ кг}$
 $H = 13 \text{ см} = 0,13 \text{ м}$
 $m = 0,5 \text{ кг}$
 $h = ?$



$$F_g = Mg$$

$$pS = Mg$$



$$F_{g2} = Mg + (M+m)g$$

$$p_2 S = (M+m)g$$

Так как $T = \text{const}$ это изотермический процесс.
 $pV = \text{const} \Rightarrow$ во сколько раз увеличится давление, во столько же раз уменьшится объем.

$$p_1 = \frac{Mg}{S}, \quad p_1 = \frac{1 \cdot 10}{0,05} = 200 \text{ Па}$$

$$p_2 = \frac{(M+m)g}{S}, \quad p_2 = \frac{(1+0,5) \cdot 10}{0,05} = 300 \text{ Па}$$

$$\Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{300}{200} = 1,5 \Rightarrow$$

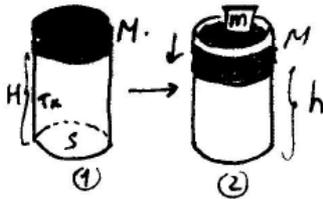
давление увеличилось в 1,5 раз \Rightarrow объем уменьшится в 1,5 раз.

$$V_1 = H \cdot S \quad V_2 = h \cdot S \quad S - \text{не меняется.} \Rightarrow h \text{ уменьшится}$$

в 1,5 раз и станет равным $\frac{H}{1,5} = 8,4 \text{ см}$

Ответ: 8,4 см.

30



$S = 5 \text{ см}^2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ T_k (константа)
 $M_{\text{поршня}} = 1 \text{ кг}$
 $m_{\text{груза}} = 0,5 \text{ кг}$
 $H = 13 \text{ см} = 0,13 \text{ м}$
 $P_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}$
 ~~$P_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}$~~

1) Уравнение Менделеева - Клапейрона для первого случая:

$$P_1 = P_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S}; \quad V_1 = H \cdot S$$

$$\left(P_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S} \right) \cdot H \cdot S = \nu R T_k$$

2) для второго:

$$P_2 = P_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S} + \frac{mg}{S}; \quad V_2 = h \cdot S$$

$$\left(P_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S} + \frac{mg}{S} \right) \cdot h \cdot S = \nu R T_k$$

3) приравняем правую и левую стороны двух уравнений:

$$\left(P_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S} \right) \cdot H \cdot S = \left(P_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S} + \frac{mg}{S} \right) \cdot h \cdot S$$

$$h = \frac{H \cdot \left(P_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S} \right)}{P_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S} + \frac{mg}{S}} = \frac{0,13 \left(10^5 + \frac{10}{5 \cdot 10^{-4}} \right)}{10^5 + \frac{10}{5 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,5 \cdot 10}{5 \cdot 10^{-4}}} = \frac{13 \cdot 10^{-2} \left(10^5 + \frac{10^5}{5} \right)}{10^5 + \frac{10^5}{5} + 10^4} = \frac{13 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{6}{5} \cdot 10^5}{10^4 \cdot \left(\frac{65}{5} \right)}$$

= 3 м. Ответ: поршень окажется на высоте $h = 3 \text{ м}$.

30

Дано:

$$S = 5 \text{ см}^2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$M = 1 \text{ кг}$$

$$H = 13 \text{ см} = 0,13 \text{ м}$$

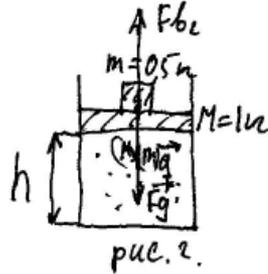
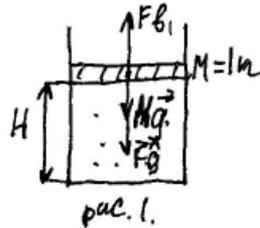
$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$P_A = 10^5 \text{ Па}$$

$$h = ?$$

$$T = \text{const}$$

Решение:



1) По второму закону Ньютона.

$$(I) \vec{F}_g + M\vec{g} + \vec{F}_{b1} = m\vec{a}$$

$$(II) \vec{F}_g + (m+M)\vec{g} + \vec{F}_{b2} = m\vec{a}$$

, где F_g - сила атмосферного давления.

2) Сделаем проекции сил на вертикальную ось OY.

$$(1) F_{b1} = Mg + F_g$$

$$(2) F_{b2} = (m+M)g + F_g$$

, где $F_{b1}; F_{b2}$ - сила выталкивающая поршень в первом и втором случаях, равная: $F_b = p \cdot S$.

3) Из уравнения Менделеева - Клапейрона следует, что: $pV = \nu R \Delta T$, где p - давление газа, V - объем, занимаемый газом, ν - кол-во вещества, R - универсальная газовая постоянная, T - температура; поскольку из сосуда газ не вытеснили, а температура все время была постоянной, то:

$$(3) p_1 = \frac{\nu R T}{V} = \frac{\nu R T}{S \cdot H}, \text{ где } S - \text{площадь дна сосуда, } H - \text{высота поршня сосуда, до добавления груза}$$

$$(4) p_2 = \frac{\nu R T}{S \cdot h}, \text{ где } h - \text{высота поршня, после добавления груза.}$$

4) Подставим значение из уравнения 3 в уравнение 1, а из уравнения 4 в уравнение 2:

$$\frac{\Delta RT \cdot S}{S \cdot H} = Mg + P_A \cdot S \quad (5)$$

$$\frac{\Delta RT \cdot S}{S \cdot h} = (M+m)g + P_A \cdot S \quad (6)$$

5) выразим ΔRT из пятого уравнения и подставим в шестое.

$$\Delta RT = H(Mg + P_A S) \quad ; \quad \frac{H(Mg + P_A S)}{h} = (M+m)g + P_A \cdot S \quad (7)$$

6) Из седьмого уравнения выразим h и подставим численные значения.

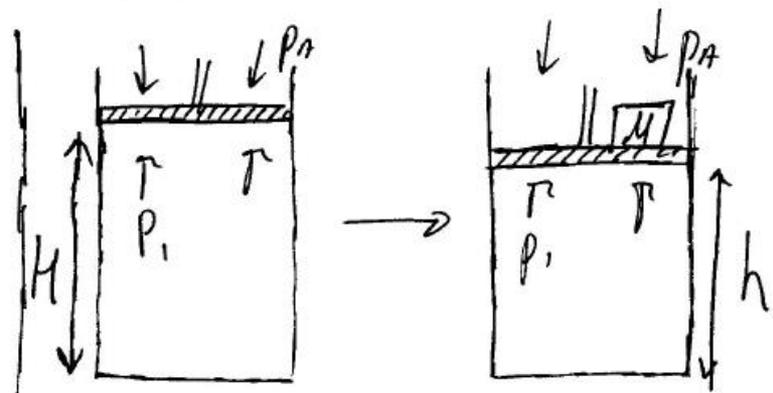
$$h = \frac{H(Mg + P_A S)}{(M+m)g + P_A \cdot S} = \frac{0,13(1 \cdot 10 + 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-4})}{(1+0,5) \cdot 10 + 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-4}} = 0,12 \text{ (м)}$$

Ответ: 0,12 метра = 12 сантиметров.

Дано:
 $S = 5 \text{ см}^2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$
 $M = 1 \text{ кг}$
 $m = 0,5 \text{ м}$
 $H = 0,13 \text{ м}$
 $p_A = 10^5 \text{ Па}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

$h = ?$

№30



Решение:

1) $p = \frac{F}{S}$ где p - давление; F - сила с которой воздух давит на поршень с площадью поперечного сечения S .

$$F = Sp$$

2) $p_A S + Mg = p_1 S$, p_A - атмосферное давление

$$p_1 = \frac{p_A S + Mg}{S} = p_A + \frac{Mg}{S}$$

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 10^5 + \frac{10}{5 \cdot 10^{-4}} = 10^5 + 0,2 \cdot 10^5 = \\
 &= 1,2 \cdot 10^5 \text{ Па.}
 \end{aligned}$$

p_1 - давление воздуха в сосуде

3) $PV = \nu RT$ - уравнение Менделеева-Клапейрона
 $\nu RT = PV = \rho V \cdot S = 1,2 \cdot 10^5 \cdot 0,13 \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 7,8$

4) Второе условие с грузом на поршне:

$$p_2 S + (M+m)g = p_1 S \Rightarrow p_2 = p_1 - \frac{(M+m)g}{S}$$

$$= 10^5 + \frac{15}{5 \cdot 10^{-4}} = 10^5 + 3 \cdot 10^4 = 1,3 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

4) Из уравнения Менделеева-Клапейрона следует, что

$$V = \frac{\nu RT}{p}, \text{ где } V = h \cdot S \Rightarrow h \cdot S = \frac{\nu RT}{p}$$

$$\Rightarrow h = \frac{\nu RT}{pS} = \frac{7,8}{1,3 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-4}} = 1,2 \cdot 10^{-1} = 0,12 \text{ м}$$

Ответ: 0,12 м

30.

Дано:

$$S = 5 \text{ см}^2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$M = 1 \text{ кг}$$

$$H = 13 \text{ см} = 0,13 \text{ м}$$

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$p = 10^5 \text{ Па}$$

$$h = ?$$

Решение

1) По формуле $V_1 = S \cdot H$ и формуле Клапейрона - Менделеева $pV = \frac{m}{M} \sqrt{RT}$ найдем

$$V_1 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 0,13 \text{ м} = 0,65 \text{ м}^3$$

Смотри на обратной стороне

$$\cancel{V_2 = S \cdot H} \quad V_2 = S \cdot h$$

$$0,000015 = 0,0005 \cdot h$$

$$h = 0,03 \text{ м} = 3 \text{ см}$$

3) $h = H + h \Rightarrow 3 + 13 = 16 \text{ см}$

Ответ: $h = 16 \text{ см}$.

$$p = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{(m + M)}{p}$$

$$V = \frac{1,5}{10^5} = 0,000015 \text{ м}^3$$

0

30.

 $h = ?$

$$S = 5 \text{ см}^2$$

$$M = 1 \text{ кг}$$

$$H = 13 \text{ см}$$

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$P_{\text{атм.}} = 10^5 \text{ Па}$$

Решение

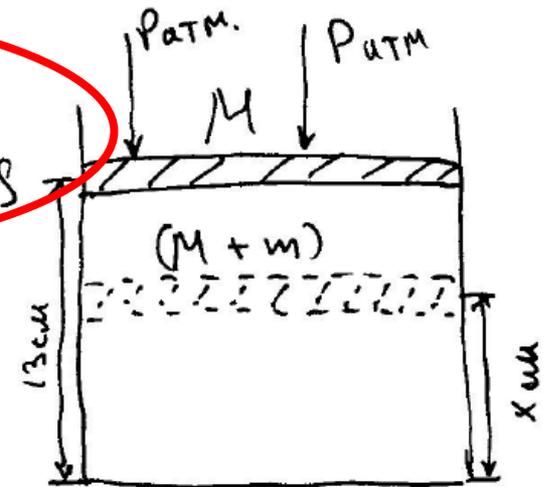
$$F_1 = mg + P_{\text{атм.}} + mgh \cdot S$$

$$F_2 = (M+m)g + P_{\text{атм.}} + (M+m)gh \cdot S$$

$$H = 1,5h$$

$$13 = 1,5h$$

$$h = 8,6$$



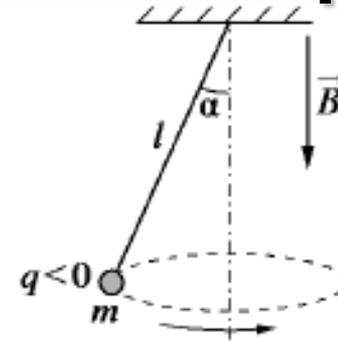
Ответ: 8,6 см.

0

Задача №32

Пример - 5

В однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки отрицательно заряженный шарик массой m , подвешенный на нити длиной l (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость вращения шарика равна v . Найдите заряд шарика q . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шарик.



Возможное решение

1. На шарик действуют три силы: сила тяжести, сила натяжения нити и сила Лоренца (см. рисунок).
2. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси координат инерциальной системы отсчёта, связанной с Землёй:

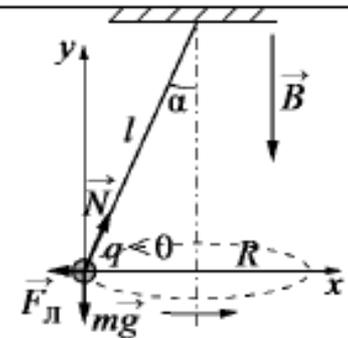
$$\begin{cases} N \sin \alpha - qvB = \frac{mv^2}{R} \\ N \cos \alpha - mg = 0 \end{cases}$$

3. Выражая N , получим:

$$mg \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{mv^2}{R} + qvB.$$

4. Так как $R = l \sin \alpha$, получим ответ:

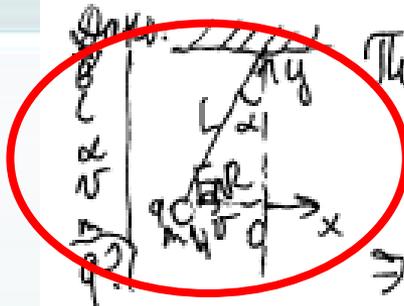
$$q = \frac{m}{B} \left(\frac{g}{v} \operatorname{tg} \alpha - \frac{v}{l \sin \alpha} \right)$$



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: <u>второй закон Ньютона, формулы для силы Лоренца и центростремительного ускорения</u>);</p> <p>II) <u>сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на шарик</u>;</p> <p>III) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>V) представлен правильный ответ</p>	3

Примеры решения

32



По второму закону Ньютона:

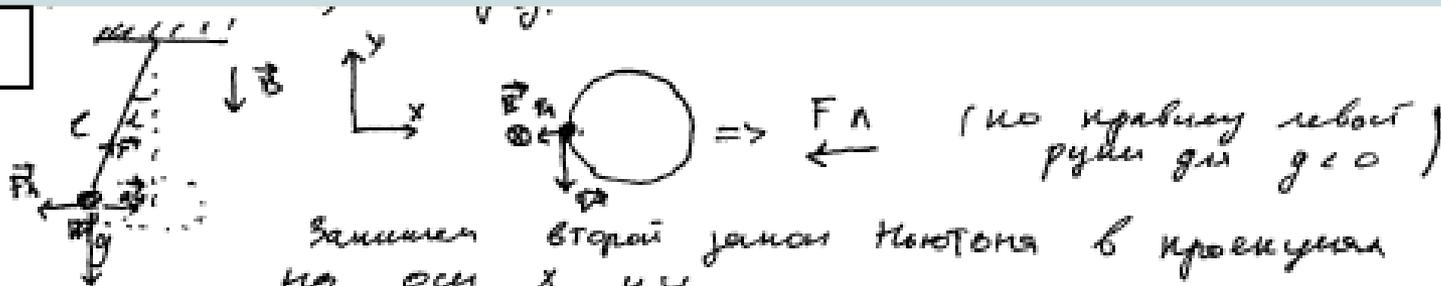
$$m \vec{a} = \vec{F}_n \Rightarrow \frac{m v^2}{r} = q v B; \text{ из прямоугольного треугольника: } R = l \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{m v^2}{R} = q v; \frac{m v^2}{l \sin \alpha} = q v \Rightarrow q = \frac{m v}{l \sin \alpha}$$

Ответ: $\frac{m v}{l \sin \alpha}$

1.3

32



$Ox: \underline{m a_y = T \sin \alpha - F_L}$

$Oy: \underline{0 = T \cos \alpha - mg} \Rightarrow m y = T \cos \alpha \Rightarrow T = \frac{m g}{\cos \alpha}$ $a_y = \frac{v^2}{r}$
 $F_L = v B q \sin \alpha$

v, α, l, m нам известны. Найдём r :

$r = \underline{l \cdot \sin \alpha}$

$\frac{m \cdot v^2}{l \cdot \sin \alpha} = m g \tan \alpha - q v B$

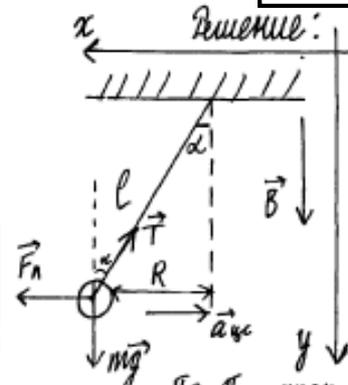
$q v B = \frac{m v^2 - m g \tan \alpha \cdot l \cdot \sin \alpha}{l \cdot \sin \alpha} \Rightarrow$

$q = \frac{m \left(\frac{v^2}{\sin \alpha} - g \tan \alpha \right)}{l v B}$

Ответ: $q = \frac{m \left(\frac{v^2}{\sin \alpha} - g \tan \alpha \right)}{l v B}$

2.3

Дано:
 $\vec{B}, m,$
 $l, v,$
 $\alpha, q < 0.$
 $q = ?$



\vec{T} - сила натяжения шнур, \vec{F}_L - сила Лоренца.
 По правилу левой руки определяем направление действия силы Лоренца на шарик.

$F_L = |q|vB \sin \beta$, где $\beta = (\vec{B}; \vec{v})$, но по условию $\vec{B} \perp \vec{v}$, поэтому $\beta = 90^\circ$; $\sin \beta = 1$. $F_L = |q|vB$.
 $q = -\left| \frac{F_L}{vB} \right|$, т.к. по условию $q < 0$.

По II закону Ньютона: $\vec{F}_L + \vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$, но т.к. шарик движется по окружности равномерно, то ускорение шарика есть центростремительное, т.е.: $\vec{F}_L + \vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}_{цс}$; ($\vec{a}_{цс}$ - центростремительное ускорение).

Введём декартовую систему координат, как показано на рисунке.

В проекции на ось y: $mg - T \cdot \cos \alpha = 0$; $mg = T \cdot \cos \alpha$; $T = \frac{mg}{\cos \alpha}$.

В проекции на ось x: $F_L + T \cdot \sin \alpha - m \cdot a_{цс} = 0$; $F_L = T \cdot \sin \alpha - m \cdot a_{цс} = \frac{mg}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha - m \cdot \frac{v^2}{R} = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha - m \cdot \frac{v^2}{l \sin \alpha} = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{mv^2}{l \sin \alpha}$.

Из II закона Ньютона для силы F_L .

$$q = \left| \frac{mg \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{mv^2}{l \sin \alpha}}{vB} \right| \cdot (-1) = - \left| \frac{mg \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{mv^2}{l \sin \alpha}}{vB} \right|.$$

Ответ: ~~$q = - \left| \frac{mg \operatorname{tg} \alpha - \frac{mv^2}{l \sin \alpha}}{vB} \right|$~~
 $= - \left| \frac{mg \operatorname{tg} \alpha - \frac{mv^2}{l \sin \alpha}}{vB} \right|$. Ответ: $q = - \left| \frac{mg \operatorname{tg} \alpha - \frac{mv^2}{l \sin \alpha}}{vB} \right|$
 (СМОТРИ НА ОБОРОТЕ)

3



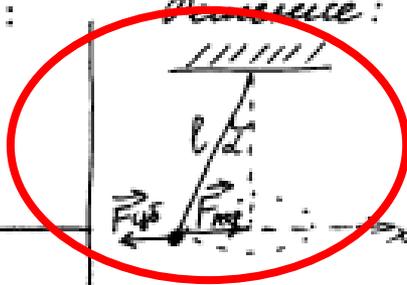
32

Дано:

v
 l
 m
 d
 B

$q = ?$

Решение:



$$\begin{aligned} \sum \vec{F} &= 0 \\ \vec{F}_{упр} + \vec{F}_{тяж} &= 0; \quad O_x: 0 = \vec{F}_{тяж} - \vec{F}_{упр} \Rightarrow \\ \Rightarrow F_{упр} &= F_{тяж} \\ \frac{mv^2}{r} &= qdB \end{aligned}$$

$$\frac{mv^2}{r} = qB; \quad r = l \cdot \sin \alpha$$

$$q = \frac{mv^2}{rB} = \frac{mv^2}{l \sin \alpha \cdot B}$$

Ответ: $q = \frac{mv^2}{l \sin \alpha \cdot B}$

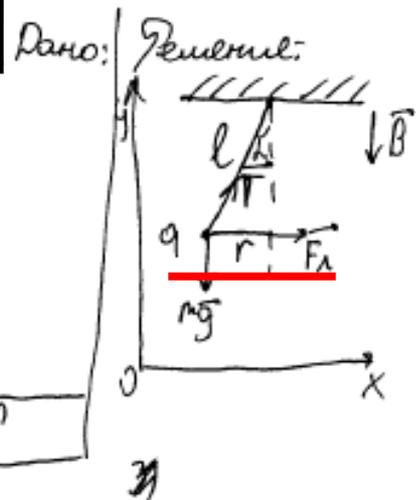
1.3



32

В
m
l
L
v

q = ?



1) Первый закон Ньютона $m\vec{a} = \vec{F}$
 $m\vec{a}_y = \vec{F}_\perp + \vec{T} + m\vec{g}$, где $a_y = \frac{v^2}{r}$, $F_\perp = qvB$,
 T - сила натяжения; $r = \text{Sin}l$
 2) Проекции на оси:
 $O_x: m \frac{v^2}{\text{Sin}l} = qvB + T \text{Sin}l$
 $O_y: T \text{Cos}l = mg$, откуда $T = \frac{mg}{\text{Cos}l}$

3) Решим полученную систему методом подстановки ($T = \frac{mg}{\text{Cos}l}$)
 $\frac{mv^2}{\text{Sin}l} = qvB + mg \text{tg}l$, откуда q найдем:
 $q = \frac{\left(\frac{mv^2}{l \cdot \text{Sin}l} - mg \text{tg}l\right)}{v}$

Ответ: $q = \frac{\left(\frac{mv^2}{l \cdot \text{Sin}l} - mg \text{tg}l\right)}{v}$

2.3+
рис



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!