



Заполняется проверяющим **строго по образцу**

Образец заполнения:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	1	6	1	6	1	6	2	4
Оценка цифрами		Оценка прописью				Подпись			
100		СТО							

Дано
 $25\% \rightarrow 0,25 \rightarrow \frac{1}{4}$
 $a = \frac{1}{4}g$

Найти:
 h

№1
Это II з. Ньютона

R - радиус Земли

1) ОУ: $F_1 = mg$, где $F_1 = G \frac{M_3 m}{R^2}$

$$\frac{GM_3 m}{R^2} = mg \Rightarrow g = \frac{GM_3}{R^2}$$

2) ОУ: $F_2 = ma$, где $F_2 = G \frac{M_3 m}{(R+h)^2}$

$$G \frac{M_3 m}{(R+h)^2} = ma \Rightarrow a = \frac{GM_3}{(R+h)^2}$$

$$a = \frac{1}{4}g$$

$$\frac{GM_3}{(R+h)^2} = \frac{1}{4} \frac{GM_3}{R^2}$$

$$(R+h)^2 = 4R^2$$

$$R+h = 2R$$

$$R+h = -2R$$

$$R = h$$

$$h = -3R \Rightarrow \text{не подходит}$$

(хотя, по сути, это то же самое, только с диаметрально противоположной стороны планеты)

высота
равна
радиусу
Земли

Ответ: на высоте $h=R$ радиусу Земли.

Следующий номер на следующей странице.



Дано:

$$H = 20 \text{ м}$$

$$m_2 = \alpha m_1$$

$$\alpha = \frac{2}{3}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$V = 15 \text{ см}^3$$

$$= 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Найти:

A

1) Вначале ведро было полным, тогда масса его равна сумме масс пустого ведра и воды в нём.

$$M = m + m_b = m + m_1$$

Заметим, что можно выразить зависимость $M(t) = m + m_b(t)$

где $m_b(t)$ - зависимость массы воды от времени

$$m_b(t) = m_1 - Vt, \text{ где } V - \text{скорость вытекания воды, } t - \text{время вытекания}$$

2) П. к. по условию поток переходит равномерно, то пусть $u = \text{const}$ - скорость потока, тогда $H = ut \Rightarrow$

$$\Rightarrow t = \frac{H}{u} \Rightarrow m_b(t) = m_1 - Vt = m_1 - \frac{VH}{u} = m_b(H)$$

$$m_b(H) = m_1 - \underbrace{\left(\frac{V}{u}\right)}_{\text{const}} H$$

где m_1 - масса воды в ведре в момент $t=0$, т.е. в начале потока $m_1 = \rho V$

$$\text{Тогда } m_b g(H) = F(H) = m_1 g - \underbrace{\left(\frac{Vg}{u}\right)}_{\text{const}} H$$

Вид графика $F(H)$ - прямая с отрицательным наклоном

Пусть на дне сосуда будет нулевой уровень высоты, т.е. $H(0) = 0$.

Продолжение см. след. стр.



Я знаю, что ^{н4(продолж.)} потенциальная энергия равна работе по перемещению заряда в эту точку, а значит равна

$$W_p = \frac{kQq}{R}$$

Когда все потенциальная энергия перейдет в кинетическую, тогда и будет максимальная скорость.

Запишем ЗСЭ:

$$W_p = W_k$$

$$\frac{kQq}{R} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{2kQq}{Rm} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2kQq}{Rm}} - \text{это}$$

и будет максимальной скоростью

Но W_k будет складываться из двух кинетических энергий:

$$W_{k1} = \frac{mv^2}{2} - \text{кинетог. энергия центр. заряда}$$

$$W_{k2} = \frac{Mu^2}{2} - \text{кинетог. энергия центр. полусферы}$$

Вотолмится ЗСЭ на ОХ (сфера летит влево, заряд - вправо)

$$0 = mv - Mu \Rightarrow v = \frac{Mu}{m} \Rightarrow W_{k1} = \frac{mM^2u^2}{2m^2} = \frac{M^2u^2}{2m}$$

Подставим в $W_p = W_{k1} + W_{k2}$

$$\frac{kQq}{R} = \frac{M^2u^2}{2m} + \frac{Mu^2}{2}$$

$$\frac{kQq}{R} = \frac{u^2 M}{2} \left(\frac{M}{m} + 1 \right) = \frac{u^2 M}{2} \frac{(M+m)}{m}$$

$$u^2 = \frac{2mkQq}{MR(M+m)} \Rightarrow u = \sqrt{\frac{2mkQq}{MR(M+m)}} - \text{это и будет}$$

максимальная скорость полусферы

Ответ: $u_{\max} = \sqrt{\frac{2mkQq}{MR(M+m)}}$

См. копир. см. на след. стр.



Заполняется проверяющим строго по образцу

Образец заполнения:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1 2 1 6 1 6 1 6 1 6 2 4

Оценка цифрами

Оценка прописью

Подпись

1 0 0

СТО

Дано
 $25\% \rightarrow 0,25 \rightarrow \frac{1}{4}$
 $a = \frac{1}{4}g$

Найти:
 h

№1
Это II з. Ньютона

R - радиус Земли

1) ОУ: $F_1 = mg$, где $F_1 = G \frac{M_3 m}{R^2}$

$$\frac{GM_3 m}{R^2} = mg \Rightarrow g = \frac{GM_3}{R^2}$$

2) ОУ: $F_2 = ma$, где $F_2 = G \frac{M_3 m}{(R+h)^2}$

$$G \frac{M_3 m}{(R+h)^2} = ma \Rightarrow a = \frac{GM_3}{(R+h)^2}$$

$$a = \frac{1}{4}g$$

$$\frac{GM_3}{(R+h)^2} = \frac{1}{4} \frac{GM_3}{R^2}$$

$$(R+h)^2 = 4R^2$$

$$R+h = 2R$$

$$R+h = -2R$$

$$R = h$$

$$h = -3R \Rightarrow \text{не подходит}$$

(хотя, по сути, это то же самое, только с диаметрально противоположной стороны планеты)

высота
равна
радиусу
Земли

Ответ: на высоте $h=R$ радиусу Земли.

Следующий номер на следующей странице.



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр

85094 Класс

11

Вариант

6

Дата

20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Мог знаки, что $\cancel{F(H) = m_1 g - \rho V g}$ и $\cancel{F(H) = m_1 g - \rho g H}$ $\cancel{F(H) = m_1 g - \rho V g}$

$\cancel{F(H) = m_1 g - \rho g H}$ Раньше ошибался. Это ковар. Извините за шумно.

Дано:

$$H = 20 \text{ м}$$

$$m_2 = \alpha m_1$$

$$\alpha = \frac{2}{3}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$V = 15 \text{ см}^3 =$$

$$= 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Найти:

А

- 1) Вначале буре было наполнено водой полностью. Значит в момент $t=0$ масса буре равна сумме масс пустого и массы воды

$$M(0) = m + m_1 = m + \rho V$$

- 2) Далее вода начинает вытекать. Можно выразить зависимость:

$$M(t) = m + m_b(t), \text{ где } m_b(t) - \text{зависимость массы воды от времени.}$$

Несомненно помест, что

$$m_b(t) = m_1 - Vt, \text{ где } V - \text{скорость вытекания}$$

$$V = \text{const}$$

- 3) Попробуем равномерной по условию $\Rightarrow H = ut \Rightarrow t = \frac{H}{u}$, где u - скорость поворота $u = \text{const}$

Тогда $m_b(t) = m_1 - \frac{V}{u} H = m_b(H)$ - зависимость массы воды от высоты, где H - высота на дне колодца равна 0, а у верха колодца $+H$.

Тогда выразим $M(H)$ - завис-ть полной массы буре с водой от H .

$$M(H) = m + m_1 - \frac{V}{u} H = \text{const}$$

$$Mg(H) = F(H) = (m + m_1)g - \left(\frac{Vg}{u} \right) H - \text{зависимость прикладываемой силы от высоты}$$

Зависимость линейная, наклон графика отрицательный. $Mg(0) = F(0) = (m + \rho V)g$

$$F(H) = (m + m_2)g = (m + \alpha m_1)g = (m + \alpha \rho V)g \leftarrow \text{из условия}$$

пройм. см. след стр.

Стр. 4

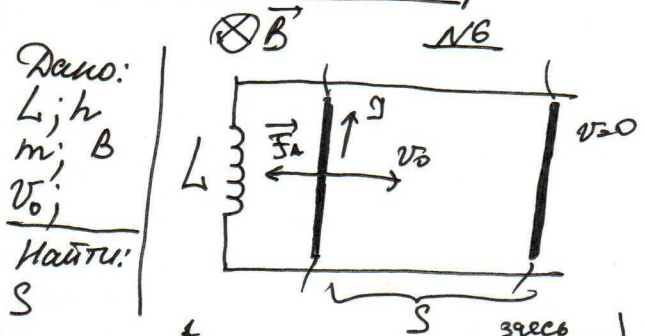


В формуле μ -мольная масса ^{15(продолжение)} ~~настою~~ пара. Осталось её определить. Скорее всего она равна мольной массе воды.

$\mu = \mu_{H_2O} = 18 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

$m = \frac{10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-4} \cdot 18 \cdot 10^{-3} (10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10)}{8,31 \cdot 373 \cdot 30} \approx 7,35 \cdot 10^{-3} (кг) \approx 7,4 (г)$

Ответ: $m = 7,4 г$



~~Определить направление~~
 Определить направление тока в цепи можно по правилу левой руки, если учесть, что сила Ампера, действующая на перемычку должна тормозить её, т.е. должна быть направлена против движения, т.е. влево.

$\mathcal{E}_{\text{ind}} = -N \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B dS}{dt} = \frac{B \cdot h \cdot dS}{dt}$

Тогда ток вверх.
 здесь S - путь S' - путь.

Из II пр-ла Кирхгофа:
 $\frac{B h dS}{dt} = \frac{L dI}{dt} \Rightarrow dI = \frac{B h dS}{L}$

$\Rightarrow dA = \frac{B^2 h^2 S \cdot dS}{L}$

$F_A = B dI \cdot h = h B dI = \frac{B^2 h^2 dS}{L}$ - сила Ампера, действ. на перемычку, зависит от пути. пройденного

Вот если взять интеграл этой функции, то получившая работа.

Тогда $A = \int_0^S \frac{B^2 h^2 S dS}{L} = \frac{B^2 h^2 S^2}{2L}$ - это и есть работа силы Ампера.

Показать это можно и по-другому.

2 способ объяснения

далее см. анз стр.



Дано:

$$H = 20 \text{ м}$$

$$m_2 = \alpha m_1$$

$$\alpha = \frac{2}{3}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$V = 15 \text{ см}^3$$

$$= 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Найти:

A

1) Вначале ведро было полным, тогда масса его равна сумме масс пустого ведра и воды в нём.

$$M = m + m_1 \quad m_6 = m + m_1$$

Заметим, что можно выразить зависимость $M(t) = m + m_6(t)$

где $m_6(t)$ - зависимость массы воды от времени

$$m_6(t) = m_1 - Vt, \text{ где } V - \text{скорость вытекания воды, } t - \text{время вытекания}$$

2) П. к. по условию поток переходит равномерно, то пусть $u = \text{const}$ - скорость потока, тогда $H = ut \Rightarrow$

$$\Rightarrow t = \frac{H}{u} \Rightarrow m_6(t) = m_1 - Vt = m_1 - \frac{VH}{u} = m_6(H)$$

$$m_6(H) = m_1 - \underbrace{\left(\frac{V}{u}\right)}_{\text{const}} H$$

где m_1 - масса воды в ведре в момент $t=0$, т.е. в начале потока $m_1 = \rho V$

$$\text{Тогда } m_6(H) = F(H) = m_1 g - \underbrace{\left(\frac{Vg}{u}\right)}_{\text{const}} H$$

Вид графика $F(H)$ - прямая с отрицательным наклоном

Пусть на дне сосуда будет нулевой уровень высоты, т.е. $H(0) = 0$.

Продолжение см. след. стр.


Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Дано:

$$S = 20 \text{ см}^2 = 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$M = 1 \text{ кг}$$

$$t_0 = 0^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$$

$$k = 30 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$t = 100^\circ \text{C} = 373 \text{ K}$$

Найти:

 m

 1) В начале пружина недеформирована $\Rightarrow \Delta x_0 = 0 \Rightarrow F_{упр} = 0$

 Над поршнем - вакуум $\Rightarrow p_0 = 0$.

 2) Воду нагреть до $t = 373 \text{ K}$. Вода закипит и будет испаряться. Испаряться будет до тех пор, пока не испарится вся или же пока давление над поршнем не будет равно давлению насыщенного пара при температуре $T = 373 \text{ K}$.

 И.е. масса испарившейся воды, судя по условию, измерится в граммах, а вода занимает больше половины сосуда, то, очевидно, что вся вода испариться не сможет и испарение будет происходить до тех пор, пока давление над поршнем не станет равно $p_{н.п}$ при $T = 373 \text{ K}$. $p_{н.п}$ при $T = 373 \text{ K}$ - величина табличная.

$$p_{н.п} = 10^5 \text{ Па}.$$

 Итак после испарения давление над поршнем равно $p_{н.п} = 10^5 \text{ Па}$

На поршень давит теперь сила упругости, сила тяжести, а также сила, создаваемая давлением пара.

 Условие равновесия поршня: $F_y + Mg = F$

$$k \Delta x + Mg = p_{н.п} S$$

$$k \Delta x = p_{н.п} S - Mg \Rightarrow \Delta x = \frac{p_{н.п} S - Mg}{k}$$

 Далее. Предположим увеличение объема воды при испарении пара, т.к. это будет существенно мало. Тогда увеличение объема, т.е. объем, занимаемый газом (паром) будет равен $\Delta V = S \Delta x = V$

Уравнение Менделеева-Клапейрона для пара:

$$p_{н.п} \cdot V = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow m = \frac{p_{н.п} \cdot V \cdot \mu}{RT} \Rightarrow m = \frac{p_{н.п} \cdot S \Delta x \cdot \mu}{RT}$$

$$m = \frac{p_{н.п} \cdot S \left(\frac{p_{н.п} S - Mg}{k} \right) \mu}{RT} = \frac{p_{н.п} \cdot S \cdot \mu (p_{н.п} S - Mg)}{RT k} \quad \text{— окончная формула}$$

(продолж. см. след. стр.)



Я знаю, что ^{н4(продолж.)} потенциальная энергия равна работе по перемещению заряда в эту точку, а значит равна

$$W_p = \frac{kQq}{R}$$

Когда все потенциальная энергия перейдет в кинетическую, тогда и будет максимальная скорость.

Запишем ЗСЭ:

$$W_p = W_k$$

$$\frac{kQq}{R} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{2kQq}{Rm} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2kQq}{Rm}} - \text{это}$$

и будет максимальной скоростью

Но W_k будет складываться из двух кинетических энергий:

$$W_{k1} = \frac{mv^2}{2} - \text{кинетог. энергия центр. заряда}$$

$$W_{k2} = \frac{Mu^2}{2} - \text{кинетог. энергия центр. полусферы}$$

Вотолмится ЗСЭ на ОХ (сфера летит влево, заряд - вправо)

$$0 = mv - Mu \Rightarrow v = \frac{Mu}{m} \Rightarrow W_{k1} = \frac{mM^2u^2}{2m^2} = \frac{M^2u^2}{2m}$$

Подставим в $W_p = W_{k1} + W_{k2}$

$$\frac{kQq}{R} = \frac{M^2u^2}{2m} + \frac{Mu^2}{2}$$

$$\frac{kQq}{R} = \frac{u^2 M}{2} \left(\frac{M}{m} + 1 \right) = \frac{u^2 M}{2} \frac{(M+m)}{m}$$

$$u^2 = \frac{2mkQq}{MR(M+m)} \Rightarrow u = \sqrt{\frac{2mkQq}{MR(M+m)}} - \text{это и будет}$$

максимальная скорость полусферы

Ответ: $u_{\max} = \sqrt{\frac{2mkQq}{MR(M+m)}}$

См. копир. см. на след. стр.



$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр

85094 Класс

11

Вариант

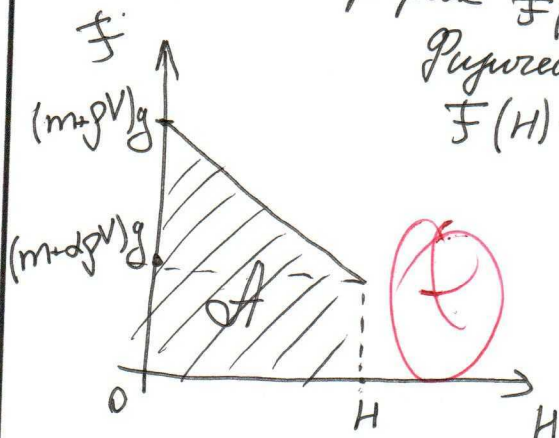
6

Дата

20.02.2022



Построим график $\frac{N3}{F(H)}$



Рисуем сноску площади под графиком
 $F(H)$ - работа $\Rightarrow$ искомая работа равна

$$A = S_{\text{под графиком}} =$$

$$= \frac{(m + \rho V \alpha)g + (m + \rho V)g}{2} \cdot H$$

$$A = \frac{(2m + \rho V(\alpha + 1))g}{2} \cdot H$$

$$A = \frac{(2 \cdot 2 + 10^3 \cdot 15 \cdot 10^{-3} (\frac{2}{3} + 1)) \cdot 10}{2} \cdot 20 = 2900 \text{ (Дж)} = 2,9 \text{ (кДж)}$$

$$(g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})$$

Если $g = 9,87 \Rightarrow A \approx 2,9 \text{ кДж}$

Ответ: $A = 2,9 \text{ кДж}$

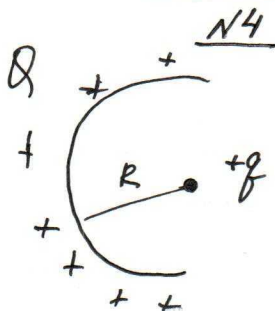
Дано:

$+Q; +q$

$R; R$

Найти:

$U_{\text{ср}}$



1) Разобьём полуокружность на
очень очень много маленьких
зарядов dQ

2) Каждый такой маленький
заряд будет создавать в
центре полуокружности потенциал
 $d\varphi = \frac{k dQ}{R}$

3) Тогда мы проинтегрируем все потенциалы, создаваемые
такими маленькими зарядками, т.е. это задается
определённым интегралом

$$\int_0^{\varphi} d\varphi = \int_0^Q \frac{k dQ}{R} \Rightarrow \int_0^{\varphi} d\varphi = \frac{k}{R} \int_0^Q dQ \Rightarrow \varphi = \frac{kQ}{R} - \text{потенциал,}$$

создаваемый в центре
полуокружности самим полуокружью.

(продолжение см. след. стр.)



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр

85094

Класс

11

Вариант

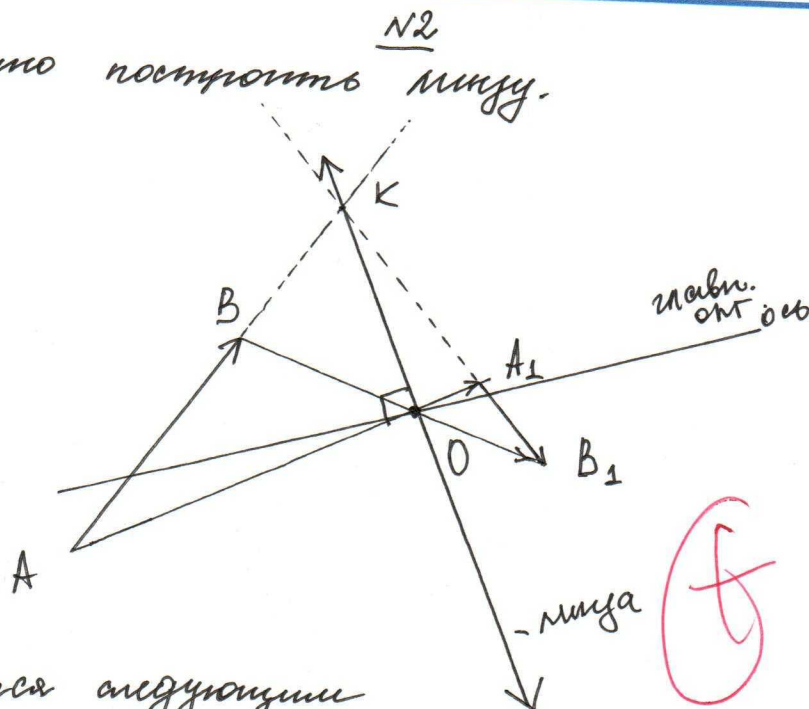
6

Дата

20.02.2022



Нужно построить линзу.



Строится следующим
образом:

- 1) Лучи AA_1 и BB_1 пересекаются в оптическом центре линзы.
- 2) AB и A_1B_1 пересекаются на линзе в точке К.
- 3) Через КО проводим линзу. Понятно, что она будет собирающей.
- 4) В точке О восстанавливаем перпендикуляр к линзе — это и будет главная оптическая ось.

На этом всё.

Фокус в задаче строить не требуется. Но построить его легко. Из А или В лучи провести параллельно $P.O.O$ и дальше с линзой в удобные точки. Где пересёк $P.O.O$ — там и фокус. Второй — симметричен.

Следующий номер на следующей странице.



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр

85094 Класс

11

Вариант

6

Дата

20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Мог знаки, что $F(0) = m_1 g = \rho V g$
и $F(H) = m_1 g - \rho g H$

№3 Раньше ошибался.
То кобой. Цыкине за шажно.

Дано:

$$H = 20 \text{ м}$$

$$m_2 = \alpha m_1$$

$$\alpha = \frac{2}{3}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$V = 15 \text{ м}^3$$

$$= 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Найти:

А

1) Вначале буре было наполнено водой полностью.
Значит в момент $t=0$ масса буре равна
одной массе пустой и массе воды

$$M(0) = m + m_1 = m + \rho V$$

2) Далее вода начинает вытекать. Можно
выразить зависимость:

$$M(t) = m + m_b(t), \text{ где } m_b(t) - \text{зависимость}$$

массы воды от времени.

Несомненно помнить, что

$$m_b(t) = m_1 - Vt, \text{ где } V - \text{скорость вытекания}$$

$$V = \text{const}$$

3) Поверх равномерной по условию $\Rightarrow H = ut \Rightarrow t = \frac{H}{u}$, где
- нулев u - скорость поезда $u = \text{const}$

Тогда $m_b(t) = m_1 - \frac{V}{u} H = m_b(H)$ - зависимость массы воды
от высоты, где
высота на дне колодца равна 0, а у верха колодца $+H$.

Тогда выразим $M(H)$ - завис-ть полной массы буре с водой от H .

$$M(H) = m + m_1 - \frac{V}{u} H = \text{const}$$

$$Mg(H) = F(H) = (m + m_1)g - \left(\frac{Vg}{u}\right) H - \text{зависимость}$$

прилагаемой
силы от высоты

Зависимость линейная, наклон графика отрицатель-
ный. $Mg(0) = F(0) = (m + \rho V)g$

$$F(H) = (m + m_2)g = (m + \alpha m_1)g = (m + \alpha \rho V)g \leftarrow \text{из условия}$$

пройм. см. след стр.

Стр. 4



№.

Объясню работу по-другому:

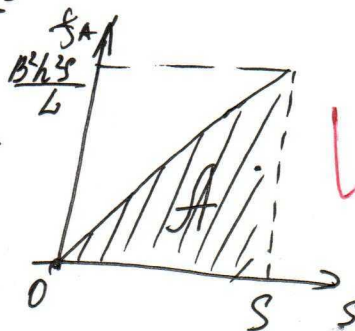
$$|E_i| = \frac{B \cdot h \cdot S(t)}{L}$$

из II пр-ла Кирхгофа: $\frac{B \cdot h \cdot S(t)}{L} = \frac{L \cdot I(t)}{L}$

$$I(t) = \frac{B h S(t)}{L}$$

$$F_A = B \cdot I(t) \cdot L = \frac{B^2 h^2 S(t)}{L}$$

график $F_A(S)$



Эту же площадь можно посчитать по формуле $F_A(S)$ - это работа

$$A = S_{\text{по графикам}} = \frac{B^2 h^2 S^2}{2L}$$

Получили то же самое. (потому что интегралом и можно посчитать площадь по графикам)

Теперь найдем ЗСЭ: $W_k = A_{F_A}$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{B^2 h^2 S^2}{2L} \Rightarrow S^2 = \frac{m v_0^2 L}{B^2 h^2}$$

$$S = \frac{v_0}{B h} \cdot \sqrt{m L}$$

Ответ: $S = \frac{v_0}{B h} \cdot \sqrt{m L}$

Кот



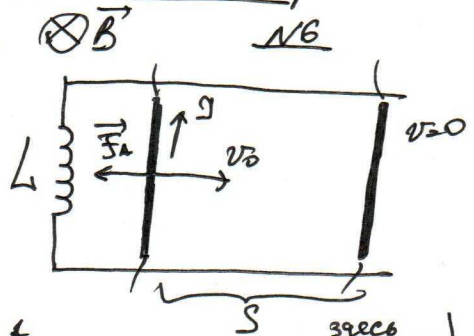
В формуле μ -молярная масса ^{15(продолжение)} ~~настоющ~~ пара. Осталось её определить. Скорее всего она равна молярной массе воды.

$$\mu = \mu_{H_2O} = 18 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$$

$$m = \frac{10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-4} \cdot 18 \cdot 10^{-3} (10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10)}{8,31 \cdot 373 \cdot 30} \approx 7,35 \cdot 10^{-3} (кг) \approx 7,4 (г)$$

Ответ: $m = 7,4 г$

Дано:
 L, h
 m, B
 v_0
 Найти:
 S



~~Определить направление~~
 Определить направление тока в цепи можно по правилу левой руки, если учесть, что сила Ампера, действующая на перемычку должна тормозить её, т.е. должна быть направлена против движения, т.е. влево.

$$|\mathcal{E}_{ind}| = \left| -N \frac{d\Phi}{dt} \right| = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B dS}{dt} = \frac{B \cdot h \cdot dS}{dt}$$

из II пр-ла Кирхгофа:

$$\frac{B h dS}{dt} = \frac{L dI}{dt} \Rightarrow dI = \frac{B h dS}{L}$$

$$\Rightarrow dA = \frac{B^2 h^2 S \cdot dS}{L}$$

$$F_A = B dI \cdot h = h B dI = \frac{B^2 h^2 dS}{L} - \text{сила Ампера, действ. на перемычку, зависит от пути. пройденного}$$

~~Итак~~ Вот если взять интеграл этой функции, то получим работу.

$$A = \int_0^S \frac{B^2 h^2 S dS}{L} = \frac{B^2 h^2 S^2}{2L} - \text{это и есть работа силы Ампера.}$$

Показать это можно и по-другому.

2 способ объяснения

далее. см. анз стр.



Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Дано:

$$S = 20 \text{ см}^2 = 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$M = 1 \text{ кг}$$

$$t_0 = 0^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$$

$$k = 30 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$t = 100^\circ \text{C} = 373 \text{ K}$$

Найти:

m

1) В начале пружина недеформирована $\Rightarrow \Delta x_0 = 0 \Rightarrow F_{упр} = 0$

Над поршнем - вакуум $\Rightarrow p_0 = 0$.

2) Воду нагрели до $t = 373 \text{ K}$. Вода закипит и будет испаряться. Испаряться будет до тех пор, пока не испарится вся или же пока давление над поршнем не будет равно давлению насыщенного пара при температуре $T = 373 \text{ K}$.

И.е. масса испарившейся воды, судя по условию, измерится в граммах, а вода закипит только половина сосуда, то, очевидно, что вся вода испариться не сможет и испарение будет происходить до тех пор, пока давление над поршнем не станет равно $p_{н.п}$ при $T = 373 \text{ K}$. $p_{н.п}$ при $T = 373 \text{ K}$ - величина табличная.

$$p_{н.п} = 10^5 \text{ Па}.$$

Итак после испарения давление над поршнем равно $p_{н.п} = 10^5 \text{ Па}$

На поршень давит теперь сила упругости, сила тяжести, а также сила, создаваемая давлением пара.

Условие равновесия поршня: $F_y + Mg = F$

$$k \Delta x + Mg = p_{н.п} S$$

$$k \Delta x = p_{н.п} S - Mg \Rightarrow \Delta x = \frac{p_{н.п} S - Mg}{k}$$

Далее. Предположим увеличение объема воды при испарении пара, т.к. это будет незначительно мало. Тогда увеличение объема, т.е. объем, занимаемый газом (паром) будет равен $\Delta V = S \Delta x = V$

Уравнение Менделеева-Клапейрона для пара:

$$p_{н.п} \cdot V = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow m = \frac{p_{н.п} \cdot V \cdot \mu}{RT} \Rightarrow m = \frac{p_{н.п} \cdot S \Delta x \cdot \mu}{RT}$$

$$m = \frac{p_{н.п} \cdot S \left(\frac{p_{н.п} S - Mg}{k} \right) \mu}{RT} = \frac{p_{н.п} \cdot S \cdot \mu (p_{н.п} S - Mg)}{RT k} \quad \text{— окончательная формула}$$

(продолж. см. след. стр.)



$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр

85094 Класс

11

Вариант

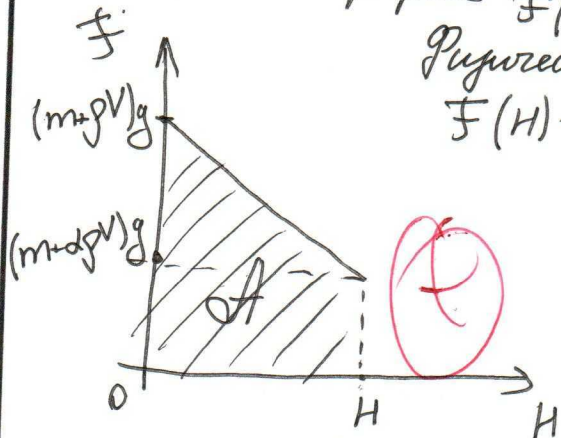
6

Дата

20.02.2022



Построим график $\frac{N3}{F(H)}$



Рисуем сноску площади под графиком
 $F(H)$ - работа $\Rightarrow$ искомая работа равна

$$A = S_{\text{под графиком}} =$$

$$= \frac{(m + \rho V \alpha)g + (m + \rho V)g}{2} \cdot H$$

$$A = \frac{(2m + \rho V(\alpha + 1))g}{2} \cdot H$$

$$A = \frac{(2 \cdot 2 + 10^3 \cdot 15 \cdot 10^{-3} (\frac{2}{3} + 1)) \cdot 10}{2} \cdot 20 = 2900 \text{ (Дж)} = 2,9 \text{ (кДж)}$$

$$(g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})$$

Если $g = 9,87 \Rightarrow A \approx 2,9 \text{ кДж}$

Ответ: $A = 2,9 \text{ кДж}$

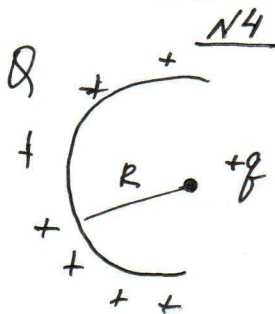
Дано:

$+Q; +q$

$R; R$

Найти:

$U_{\text{ср}}$



1) Разобьём полуокружность на
очень очень много маленьких
зарядов dQ

2) Каждый такой маленький
заряд будет создавать в
центре полуокружности потенциал
 $d\varphi = \frac{k dQ}{R}$

3) Тогда мы проинтегрируем все потенциалы, создаваемые
такими маленькими зарядками, т.е. это задается
определённым интегралом

$$\int_0^{\varphi} d\varphi = \int_0^Q \frac{k dQ}{R} \Rightarrow \int_0^{\varphi} d\varphi = \frac{k}{R} \int_0^Q dQ \Rightarrow \varphi = \frac{kQ}{R} - \text{потенциал,}$$

создаваемый в центре
полуокружности самим полуокружением.

(продолжение см. след. стр.)



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр

85094

Класс

11

Вариант

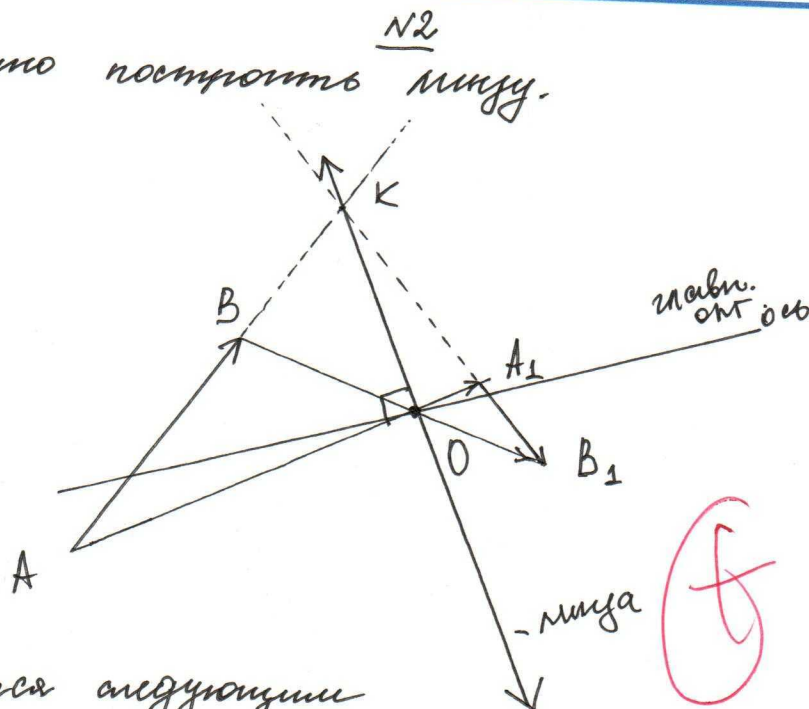
6

Дата

20.02.2022



Нужно построить линзу.



Строится следующим
образом:

- 1) Лучи AA_1 и BB_1 пересекаются в оптическом центре линзы.
- 2) AB и $A'B'$ пересекаются на линзе в точке K . (продолжения)
- 3) Через KO проводим линзу. Понятно, что она будет собирающей.
- 4) В точке O восстанавливаем перпендикуляр к линзе — это и будет главная оптическая ось.

На этом всё.

Фокус в задаче строить не требуется. Но построить его легко. Из A или B лучи провести параллельно $P.O.O$ и дальше с линзой в удобные точки. Где пересёк $P.O.O$ — там и фокус. Второй — симметричен.

Следующий номер на следующей странице.



Заполняется проверяющим **строго по образцу**

Образец заполнения:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1 2 1 6 1 6 1 6 1 6 2 4

Оценка цифрами

Оценка прописью

Подпись

1 0 0

СТО

Дано
 $25\% \rightarrow 0,25 \rightarrow \frac{1}{4}$
 $a = \frac{1}{4}g$

Найти:
 h

№1
Это II з. Ньютона
1) ОУ: $F_1 = mg$, где $F_1 = G \frac{M_3 m}{R^2}$

$$\frac{GM_3 m}{R^2} = mg \Rightarrow g = \frac{GM_3}{R^2}$$

2) ОУ: $F_2 = ma$, где $F_2 = G \frac{M_3 m}{(R+h)^2}$

$$G \frac{M_3 m}{(R+h)^2} = ma \Rightarrow a = \frac{GM_3}{(R+h)^2}$$

$$a = \frac{1}{4}g$$

$$\frac{GM_3}{(R+h)^2} = \frac{1}{4} \frac{GM_3}{R^2}$$

$$(R+h)^2 = 4R^2$$

$$R+h = 2R$$

$$R+h = -2R$$

$$R = h$$

$$h = -3R \Rightarrow \text{не подходит}$$

(хотя, по сути, это то же самое, только с диаметрально противоположной стороны планеты)

высота
равна
радиусу
земли

Ответ: на высоте $h=R$ радиусу земли.

Следующий номер на следующей странице.



№6.

Объясню работу по-другому:

$$|E_i| = \frac{B \cdot h \cdot S(t)}{L}$$

из II пр-ла Кирхгофа: $\frac{B \cdot h \cdot S(t)}{L} = \frac{L \cdot I(t)}{L}$

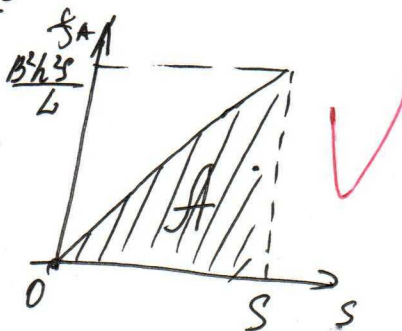
$$I(t) = \frac{B h S(t)}{L}$$

$$F_A = B \cdot I(t) \cdot L = \frac{B^2 h^2 S(t)}{L}$$

~~$F_A(t) = \frac{B^2 h^2 S(t)}{L}$~~ $\Rightarrow$ график $F_A(S)$

Физический смысл площади под графиком $F_A(S)$ - это работа

$$A = S_{\text{под графиком}} = \frac{B^2 h^2 S^2}{2L}$$



Получили то же самое. (потому что интегралом и можно посчитать площадь под графиком)

Теперь найдем ЗСЭ: $W_k = A_{F_A}$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{B^2 h^2 S^2}{2L} \Rightarrow S^2 = \frac{m v_0^2 L}{B^2 h^2}$$

$$S = \frac{v_0}{B h} \cdot \sqrt{m L}$$

Ответ: $S = \frac{v_0}{B h} \cdot \sqrt{m L}$

Кот



Дано:

$H = 20 \text{ м}$

$m_2 = \alpha m_1$

$\alpha = \frac{2}{3}$

$m = 2 \text{ кг}$

$V = 15 \text{ г/см}^3$

$= 15 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$

$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$

Найти:

A

№3 Здесь ошибся (или №3 стр 4.)

1) Вначале ведро было полным, тогда масса его равна сумме масс пустого ведра и воды в нём:

$M = m + m_1$

Заметим, что можно выразить зависимость $M(t) = m + m_b(t)$

где $m_b(t)$ - зависимость массы воды от времени

$m_b(t) = m_1 - Vt$, где V - скорость вытекания воды, t - время

2) П. к. по условию поток переходит равномерно, то пусть $U = \text{const}$ - скорость потока, тогда $H = Ut \Rightarrow$

$\Rightarrow t = \frac{H}{U} \Rightarrow m_b(t) = m_1 - Vt = m_1 - \frac{VH}{U} = m_b(H)$

$m_b(H) = m_1 - \underbrace{\left(\frac{V}{U}\right)}_{\text{const}} H$

где m_1 - масса воды в ведре в момент $t=0$, т.е. в начале потока $m_1 = \rho V_0$

Тогда $m_b g(H) = F(H) = m_1 g - \underbrace{\left(\frac{Vg}{U}\right)}_{\text{const}} H$

Вид графика $F(H)$ - прямая с отрицательным наклоном

Пусть на дне сосуда будет нулевой уровень высоты, т.е. $H(0) = 0$.

Продолжение см. след. стр.



Я знаю, что ^{н4(продолж.)} потенциальная энергия равна работе по перемещению заряда в эту точку, а значит равна

$$W_p = \frac{kQq}{R}$$

Когда все потенциальная энергия перейдет в кинетическую, тогда и будет максимальная скорость.

Запишем ЗСЭ:

$$W_p = W_k$$

$$\frac{kQq}{R} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{2kQq}{Rm} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2kQq}{Rm}} - \text{это}$$

и будет максимальной скоростью

Но W_k будет складываться из двух кинетических энергий:

$$W_{k1} = \frac{mv^2}{2} - \text{кинетог. энергия центр. заряда}$$

$$W_{k2} = \frac{Mu^2}{2} - \text{кинетог. энергия центр. полусферы}$$

Вотолмится ЗСЭ на ОХ (полюс-сфера летит влево, заряд-вправо)

$$0 = mv - Mu \Rightarrow v = \frac{Mu}{m} \Rightarrow W_{k1} = \frac{mM^2u^2}{2m^2} = \frac{M^2u^2}{2m}$$

Подставим в $W_p = W_{k1} + W_{k2}$

$$\frac{kQq}{R} = \frac{M^2u^2}{2m} + \frac{Mu^2}{2}$$

$$\frac{kQq}{R} = \frac{u^2 M}{2} \left(\frac{M}{m} + 1 \right) = \frac{u^2 M}{2} \frac{(M+m)}{m}$$

$$u^2 = \frac{2mkQq}{MR(M+m)} \Rightarrow u = \sqrt{\frac{2mkQq}{MR(M+m)}} - \text{это и будет}$$

максимальная скорость полусферы

Ответ: $u_{\max} = \sqrt{\frac{2mkQq}{MR(M+m)}}$

См. копир. см. на след. стр.



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр

85094 Класс

11

Вариант

6

Дата

20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Мог знаки, что $\cancel{F(H) = m_1 g - \rho V g}$
и $\cancel{F(H) = m_1 g - \rho g H}$

№3 Раньше ошибся.
То кобой. Извините за шумно.

Дано:

$$H = 20 \text{ м}$$

$$m_2 = \alpha m_1$$

$$\alpha = \frac{2}{3}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$V = 15 \text{ см}^3 =$$

$$= 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Найти:

А

- 1) Вначале буре было наполнено водой полностью.
Значит в момент $t=0$ масса буре равна
аимне масс пустого и массе воды

$$M(0) = m + m_1 = m + \rho V$$

- 2) Далее вода начинает вытекать. Можно
выразить зависимость:

$$M(t) = m + m_b(t), \text{ где } m_b(t) - \text{зависимость}$$

массы воды от времени.

Несомненно помнить, что

$$m_b(t) = m_1 - Vt, \text{ где } V - \text{скорость вытекания}$$

$$V = \text{const}$$

- 3) Поверх равна по условию $\Rightarrow H = ut \Rightarrow t = \frac{H}{u}$, где
- нуль u - скорость поезда $u = \text{const}$

Тогда $m_b(t) = m_1 - \frac{V}{u} H = m_b(H)$ - зависимость массы воды
от высоты, где
высота на дне колодца равна 0, а у верха колодца $+H$.

Тогда выразим $M(H)$ - завис-ть полной массы буре с водой от H .

$$M(H) = m + m_1 - \frac{V}{u} H = \text{const}$$

$$Mg(H) = F(H) = (m + m_1)g - \left(\frac{Vg}{u}\right) H - \text{зависимость}$$

прилагаемая
сила от высоты

Зависимость линейная, наклон графика отрицатель-
ный. $Mg(0) = F(0) = (m + \rho V)g$

$$F(H) = (m + m_2)g = (m + \alpha m_1)g = (m + \alpha \rho V)g \leftarrow \text{из условия}$$

пройм. см. след стр.

Стр. 4



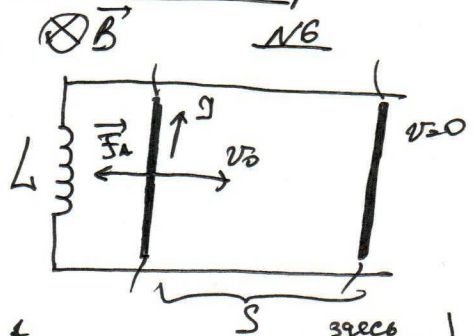
В формуле μ -мольная масса ^{15(продолжение)} ~~настоц~~ пара. Осталось её определить. Скорее всего она равна мольной массе воды.

$$\mu = \mu_{H_2O} = 18 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$$

$$m = \frac{10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-4} \cdot 18 \cdot 10^{-3} (10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10)}{8,31 \cdot 373 \cdot 30} \approx 7,35 \cdot 10^{-3} (кг) \approx 7,4 (г)$$

Ответ: $m = 7,4 г$

Дано:
 L, h
 m, B
 v_0
 Найти:
 S



~~Определить направление~~
 Определить направление тока в цепи можно по правилу левой руки, если учесть, что сила Ампера, действующая на перемычку должна тормозить её, т.е. должна быть направлена против движения, т.е. влево.

$$|\mathcal{E}_{ind}| = \left| -N \frac{d\Phi}{dt} \right| = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B dS}{dt} = \frac{B \cdot h \cdot dS}{dt}$$

из II пр-ла Кирхгофа:

$$\frac{B h dS}{dt} = \frac{L dI}{dt} \Rightarrow dI = \frac{B h dS}{L}$$

$$\Rightarrow dA = \frac{B^2 h^2 S \cdot dS}{L}$$

$$F_A = B dI \cdot h = h B dI = \frac{B^2 h^2 dS}{L} - \text{сила Ампера, действ. на перемычку, зависит от пути. пройденного}$$

~~Итак~~ Вот если взять интеграл этой функции, то получим работу.

$$A = \int_0^S \frac{B^2 h^2 S dS}{L} = \frac{B^2 h^2 S^2}{2L} - \text{это и есть работа силы Ампера.}$$

Показать это можно и по-другому.

2 способ объяснения

далее. см. анз стр.



Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Дано:

$$S = 20 \text{ см}^2 = 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$M = 1 \text{ кг}$$

$$t_0 = 0^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$$

$$k = 30 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$t = 100^\circ \text{C} = 373 \text{ K}$$

Найти:

m

1) В начале пружина недеформирована $\Rightarrow \Delta x_0 = 0 \Rightarrow F_{упр} = 0$

Над поршнем - вакуум $\Rightarrow p_0 = 0$.

2) Воду нагрели до $t = 373 \text{ K}$. Вода закипит и будет испаряться. Испаряться будет до тех пор, пока не испарится вся или же пока давление над поршнем не будет равно давлению насыщенного пара при температуре $T = 373 \text{ K}$.

И.е. масса испарившейся воды, судя по условию, измерится в граммах, а вода закипит только половина сосуда, то, очевидно, что вся вода испариться не сможет и испарение будет происходить до тех пор, пока давление над поршнем не станет равно $p_{н.п}$ при $T = 373 \text{ K}$. $p_{н.п}$ при $T = 373 \text{ K}$ - величина табличная.

$$p_{н.п} = 10^5 \text{ Па}.$$

Итак после испарения давление над поршнем равно $p_{н.п} = 10^5 \text{ Па}$

На поршень давит теперь сила упругости, сила тяжести, а также сила, создаваемая давлением пара.

Условие равновесия поршня: $F_y + Mg = F$

$$k \Delta x + Mg = p_{н.п} S$$

$$k \Delta x = p_{н.п} S - Mg \Rightarrow \Delta x = \frac{p_{н.п} S - Mg}{k}$$

Далее. Предположим увеличение объема воды при испарении пара, т.к. это будет незначительно мало. Тогда увеличение объема, т.е. объем, занимаемый газом (паром) будет равен $\Delta V = S \Delta x = V$

Уравнение Менделеева-Клапейрона для пара:

$$p_{н.п} \cdot V = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow m = \frac{p_{н.п} \cdot V \cdot \mu}{RT} \Rightarrow m = \frac{p_{н.п} \cdot S \Delta x \cdot \mu}{RT}$$

$$m = \frac{p_{н.п} \cdot S \left(\frac{p_{н.п} S - Mg}{k} \right) \mu}{RT} = \frac{p_{н.п} \cdot S \cdot \mu (p_{н.п} S - Mg)}{RT k} \quad \text{— окончательная формула}$$

(продолж. см. след. стр.)



$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр

85094 Класс

11

Вариант

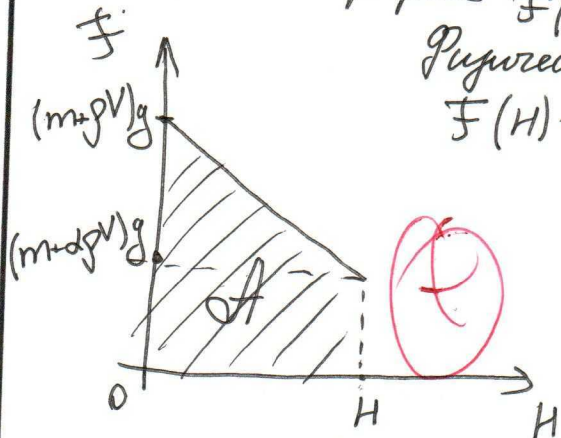
6

Дата

20.02.2022



Построим график $\frac{N3}{F(H)}$



Рисуем сноску площади под графиком
 $F(H)$ - работа $\Rightarrow$ искомая работа равна

$$A = S_{\text{под графиком}} =$$

$$= \frac{(m + \rho V \alpha)g + (m + \rho V)g}{2} \cdot H$$

$$A = \frac{(2m + \rho V(\alpha + 1))g}{2} \cdot H$$

$$A = \frac{(2 \cdot 2 + 10^3 \cdot 15 \cdot 10^{-3} (\frac{2}{3} + 1)) \cdot 10}{2} \cdot 20 = 2900 \text{ (Дж)} = 2,9 \text{ (кДж)}$$

$$(g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})$$

Если $g = 9,87 \Rightarrow A \approx 2,9 \text{ кДж}$

Ответ: $A = 2,9 \text{ кДж}$

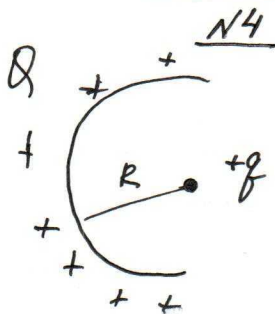
Дано:

$+Q; +q$

$R; R$

Найти:

$U_{\text{ср}}$



1) Разобьём полуокружность на
очень очень много маленьких
зарядов dQ

2) Каждый такой маленький
заряд будет создавать в
центре полуокружности потенциал
 $d\varphi = \frac{k dQ}{R}$

3) Тогда мы проинтегрируем все потенциалы, создаваемые
такими маленькими зарядками, т.е. это задается
определённым интегралом

$$\int_0^{\varphi} d\varphi = \int_0^Q \frac{k dQ}{R} \Rightarrow \int_0^{\varphi} d\varphi = \frac{k}{R} \int_0^Q dQ \Rightarrow \varphi = \frac{kQ}{R} - \text{потенциал,}$$

создаваемый в центре
полуокружности самим полуокружностью.

(продолжение см. след. стр.)



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр

85094

Класс

11

Вариант

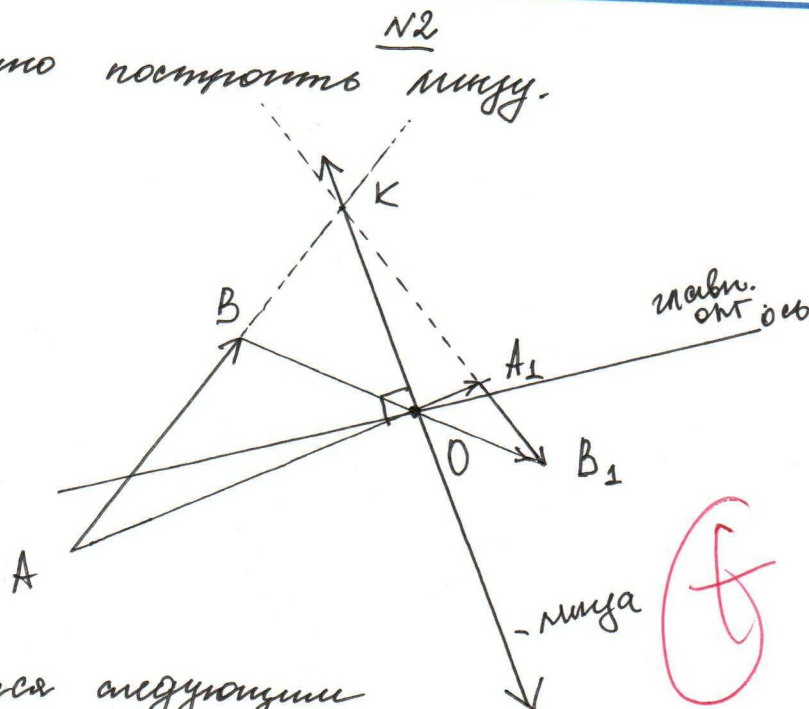
6

Дата

20.02.2022



Нужно построить линзу.



Строится следующим
образом:

- 1) Лучи AA_1 и BB_1 пересекаются в оптическом центре линзы.
 - 2) AB и A_1B_1 пересекаются на линзе в точке K . (продолжить)
 - 3) Через KO проводим линзу. Понятно, что она будет собирающей.
 - 4) В точке O восстанавливаем перпендикуляр к линзе — это и будет главная оптическая ось.
- На этом всё.

Фокус в задаче строить не требуется. Но построить его легко. Из A или B лучи провести параллельно $P.O.O$ и дальше с линзой в удобные точки. Где пересёк $P.O.O$ — там и фокус. Второй — симметричен.

Следующий номер на следующей странице.



№6.

Объясню работу по-другому:

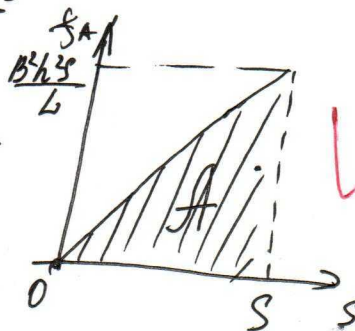
$$|E_i| = \frac{B \cdot h \cdot S(t)}{L}$$

из II пр-ла Кирхгофа: $\frac{B \cdot h \cdot S(t)}{L} = \frac{L \cdot I(t)}{L}$

$$I(t) = \frac{B h S(t)}{L}$$

$$F_A = B \cdot I(t) \cdot L = \frac{B^2 h^2 S(t)}{L}$$

график $F_A(S)$



Эту же площадь можно посчитать по формуле $F_A(S)$ - это работа

$$A = S_{\text{по графикам}} = \frac{B^2 h^2 S^2}{2L}$$

Получили то же самое. (потому что интегралом и можно посчитать площадь по графикам)

Теперь найдем ЗСЭ: $W_k = A_{F_A}$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{B^2 h^2 S^2}{2L} \Rightarrow S^2 = \frac{m v_0^2 L}{B^2 h^2}$$

$$S = \frac{v_0}{B h} \cdot \sqrt{m L}$$

Ответ: $S = \frac{v_0}{B h} \cdot \sqrt{m L}$

Кот