

Площадка написания

Казанский национальный исследовательский
технологический университет (Физика)

Шифр 98992 Класс 11

Вариант 6 Дата 20.02.2022

Заполняется проверяющим строго по образцу

Образец заполнения: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Оценка цифрами	Оценка прописью	Подпись

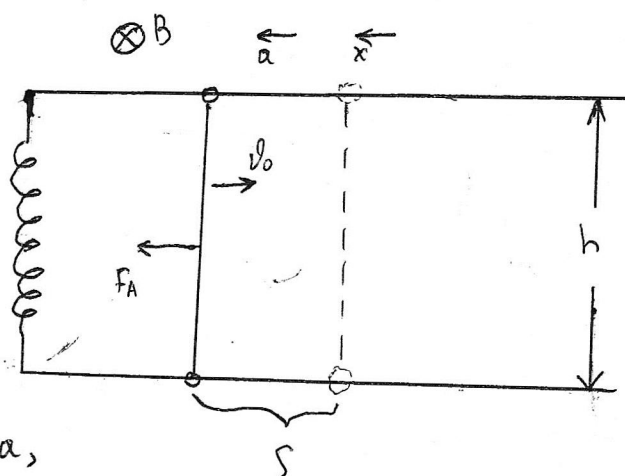
~6

Дано:

L, h, m, B, ϑ_0

$S = ?$

Решение:



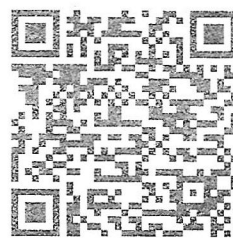
Сила Ампера,
действующая на перемычку:

$$F_A = I B h \cdot \sin \alpha, \text{ где } \sin \alpha = 1, \text{ т.к. } \alpha = 90^\circ.$$

Перемычка останавливается из-за силы Ампера, действующей на перемычку. Перемычка - проводящая, как и контур, и они образуют с катушкой индуктивности - замкнутую, проводящую цепь.

Так как катушка находится в магнитном поле и площадь контура изменяется, то образуется индукционный ток, от чего и возникает сила Ампера.

(продолжение на след. странице)



№5

Дано:

$$S = 20 \text{ см}^2$$

$$M = 1 \text{ кг}$$

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

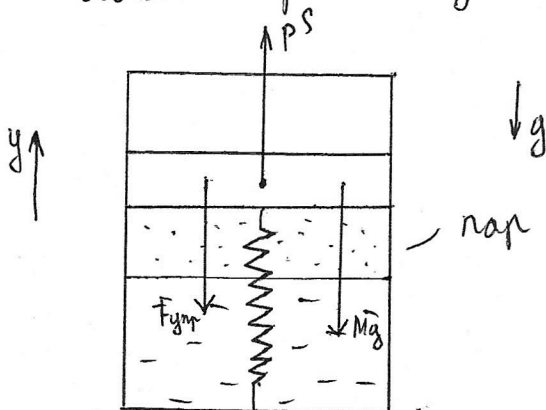
$$k = 30 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

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

$$m = ?$$

Решение:

После нагрева воды:



Изобразил на
рисунке все силы,
действующие на поршень.

Запишу II Закон Ньютона:

$$pS = F_{\text{упр}} + Mg, \text{ где } p - \text{давление, } F_{\text{упр}} = kx$$

Буду решать задачу, считая пар идеальным газом.

$$p = p_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}, T = 373 \text{ К}$$

$$pS = kx + Mg \Rightarrow x = \frac{pS - Mg}{k}$$

Запишу уравнение Менделеева - Клапейрона для пара:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow m = \frac{pVM}{RT}, \text{ где } V = S \cdot x,$$

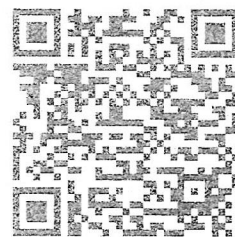
Из таблицы Менделеева: $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

$$m = \frac{pSM}{RT} \cdot \frac{(pS - Mg)}{k}; m = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 373 \text{ К} \cdot 30 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} \cdot (10^5 \text{ Па} \cdot 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 - 1 \text{ кг} \cdot 9,81 \frac{\text{Н}}{\text{кг}})$$

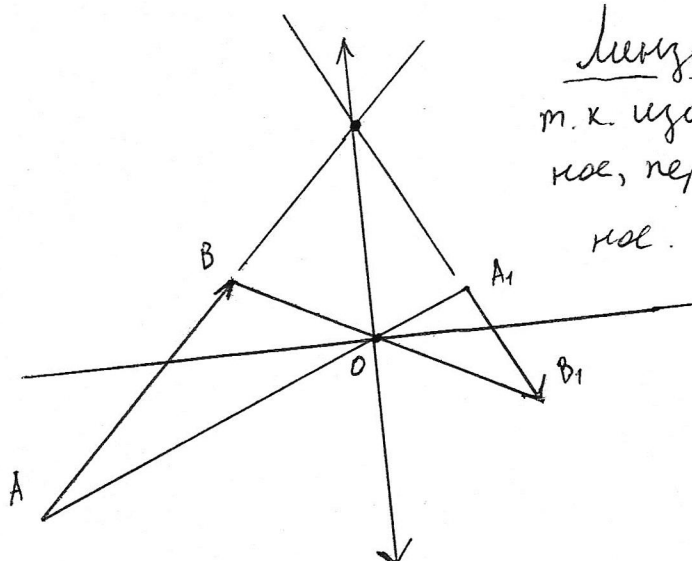
$$m = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 373 \text{ К} \cdot 30 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} \cdot (10^5 \text{ Па} \cdot 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 - 1 \text{ кг} \cdot 9,81 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}) \approx 0,00736 \text{ кг}$$

$$= 7,36 \text{ г} \approx 7,4 \text{ г}$$

Ответ: ~~7,36~~ 7,4



н 2



Линза - собирающая,
т.к. изображение действитель-
ное, перевернутое, уменьшен-
ное.

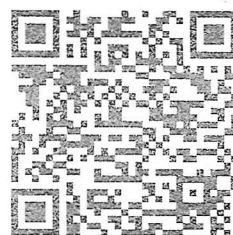
Соединю точки A и A_1 , B и B_1 . Пересечение этих отрезков является центр линзы (он проходит через центр линзы, луч не преломляется) - точка O .

Продолжу лучи AB и B_1A_1 . Пересекатся продолжения этих лучей на линзе.

В итоге мы имеем 2 точки линзы, соединив их и продолжив, мы получим построение линзы.

Главная оптическая ось проходит через центр (середину) линзы, и она перпендикулярна линзе.

Положение линзы и главной оптической оси найдено.



№1

Дано:

$$g_1 = 0,25g$$

$$h = ?$$

Решение:

$$F_{\text{тяг}} = G \frac{m M}{R^2}$$

$$g = G \frac{M_3}{R_3^2}, \text{ где } M_3 - \text{масса Земли, } R_3 - \text{радиус Земли.}$$

$$g_1 = G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2} = 0,25g = \frac{1}{4} G \frac{M_3}{R_3^2}$$

$$G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2} = \frac{1}{4} G \frac{M_3}{R_3^2} \quad | \cdot \frac{1}{G M} \Rightarrow \frac{1}{(R_3 + h)^2} = \frac{1}{4 R_3^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4 R_3^2 = (R_3 + h)^2$$

$$4 R_3^2 = R_3^2 + 2 R_3 \cdot h + h^2 \Rightarrow h^2 + 2 R_3 \cdot h - 3 R_3^2$$

Пусть $h = t$, причем $t > 0$, так как $h > 0$

$$t^2 + 2 R_3 t - 3 R_3^2$$

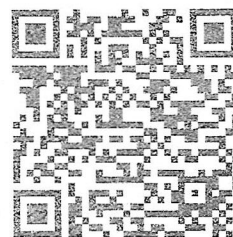
$$D = 4 R_3^2 + 12 R_3^2 = 16 R_3^2$$

$$t_1 = \frac{-2 R_3 - 4 R_3}{2} = -3 R_3 - \text{не удовлетворяет условию } t > 0$$

$$t_2 = \frac{-2 R_3 + 4 R_3}{2} = R_3 \Rightarrow \boxed{h = R_3}$$

Следовательно на расстоянии R_3 (радиуса Земли) от поверхности Земли ускорение силы тяжести составляет 25% от ускорения силы тяжести на поверхности Земли.

Ответ: R_3 (6400 км)



№4

Дано:

Q, q, M, m, R

$v_{\max} = ?$

Решение:

Друг на друга пацодора и шарик действуют
с силами Кулона:

$$F_k = k \frac{qQ}{R^2}$$

Максимальной скоростью будет в момент перенесения
нити.

Закон сохранения импульсов:

$$0 = mu - Mv \Rightarrow mu = Mv, \text{ где } v = v_{\max} \Rightarrow u = \frac{M}{m} v$$

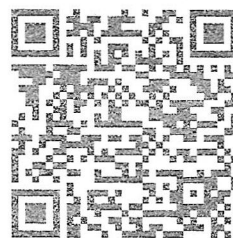
Закон сохранения энергии:

$$F_k \cdot R = \frac{mu^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} = \frac{M^2 v^2}{2m} + \frac{Mv^2}{2} = \frac{v^2 (M^2 + Mm)}{2m}$$

$$k \frac{qQ}{R} = \frac{v^2 (M^2 + Mm)}{2m} \Rightarrow v^2 = \frac{2mkqQ}{R^2 (M^2 + Mm)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{2mkqQ}{R^2 (M^2 + Mm)}}$$

Ответ: $\sqrt{\frac{2mkqQ}{R^2 (M^2 + Mm)}}$



№3

Дано:

$$H = 20 \text{ м}$$

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

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$V = 15 \text{ дм}^3$$

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

$$A = ?$$

Решение:

Работа по подъёму ведра - это по-другому работа, совершённая для преодоления силы тяжести на расстоянии H .

Но $F_{\text{тяж}}$ - переменная величина.

Изначально было воды:

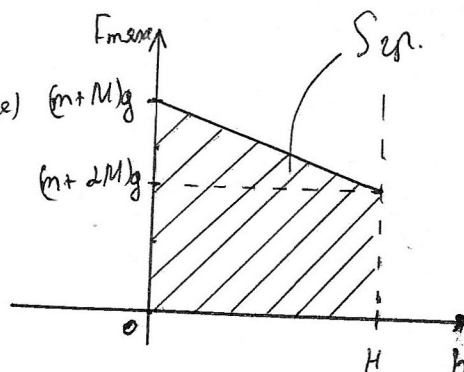
$$M = \rho V, \text{ где } M - \text{масса воды.}$$

Ана

Составлю график зависимости силы тяжести от высоты:

$$F_{\text{тяж}_1} = (m + M)g - \text{изначально (в начале)} (m + M)g$$

$$F_{\text{тяж}_2} = (m + 2M)g - \text{к концу подъёма} (m + 2M)g$$



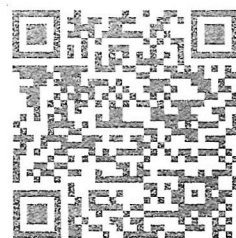
$$A_{\text{тяж}} = S_{\text{тр}}, \text{ где } S_{\text{тр}} - \text{площадь трапеции. } S_{\text{тр}} = \frac{(m+M)g + (m+2M)g}{2} \cdot H \Rightarrow$$

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

$$A = \frac{(2m + \rho V(1+2))g}{2} \cdot H \Rightarrow A = \frac{(2 \cdot 2 \text{ кг} + 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 (1 + \frac{2}{3})) \cdot 9,81 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{2} \cdot 20 \text{ м} =$$

$$= 2844,9 \text{ Дж.}$$

Ответ: 2844,9



✓6 (продолжение)

Запишу II Закон Ньютона для перемычки:

$$x: F_A = ma \Rightarrow a = \frac{F_A}{m} = \frac{IBh}{m}.$$

$\Phi = B \cdot S_n$, где ΔS_n - изменение площади контура, пронизанного магнитными линиями, $\Delta S_n = S \cdot h$, Φ - магнитный поток.

$$\Phi = LI \Rightarrow LI = B \cdot S \cdot h \Rightarrow S = \frac{LI}{Bh}$$

Кинематика:

$$2ax \cdot S = v^2 - v_0^2, \text{ где } v = 0$$

$$S = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2 \cdot m}{2IBh} \longrightarrow \frac{v_0^2 m}{2IBh} = \frac{LI}{Bh} \mid \cdot BHI \Rightarrow$$

$$\Rightarrow LI^2 = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{mv_0^2}{2L}} = v_0 \sqrt{\frac{m}{2L}}$$

$$S = \frac{v_0^2 m}{2Bh} \cdot \sqrt{\frac{2L}{mv_0^2}} = \frac{v_0 m}{2Bh} \cdot \sqrt{\frac{2L}{m}}$$

Ответ: $\frac{v_0 m}{2Bh} \cdot \sqrt{\frac{2L}{m}}$