



25-70-25-94
(48.1)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения ОЦ Кашанда
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Исаева Богдана Евгеньевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Закончил, едвал работу 13³⁹

Дата
« 5 » марта 2023 года

Подпись участника
Исаев



Задача 1

Чистовик

Дано:
 $h = 148,5 \text{ м}$
 $M = 240 \text{ т}$
 $\rho_2 = \frac{\rho_1}{3}$
 $h = 50 \text{ см}$

Решение:

каждый отнашение высот: $d = \frac{h}{k} = \frac{0,15}{148,5} = \frac{1}{297}$
 в тарке не количество раз уменьшается
 и остальные размеры баинки, следовательно -
 но объём V_2 цилиндра равен:

$$V_2 = V_1 \cdot d^3 +$$

тарка плотности $\rho_2 = \frac{\rho_1}{3}$, итак:

$$m = \rho_2 \cdot V_2 = V_1 \cdot d^3 \cdot \frac{\rho_1}{3} =$$

$$= V_1 \cdot \rho_1 \cdot \left(\frac{h}{k}\right)^3 \cdot \frac{1}{3} = \frac{M}{3} \cdot \left(\frac{h}{k}\right)^3 +$$

$$m = \frac{240 \cdot 10^6}{3} \cdot \left(\frac{1}{297}\right)^3$$

$\frac{1}{297}$ можно заменить на $\frac{1}{300}$ с погрешностью в $\pm 1\%$
 при взвешивании в эту погрешность будет не больше 3% :

$$m \approx \frac{240 \cdot 10^6}{3} \cdot \frac{1}{27 \cdot 10^6} \approx 32$$

как видно, погреш-
 ности в это не
 влияют ответ

Ответ: 32

Задача 2

Дано:
 $\Delta t = 1^\circ\text{C}$
 $\tau_1 = 1 \text{ мин}$
 Найти:
 $\tau_2 = ?$

Решение:

Пусть объём цилиндрической трубки $8V$, раз её
 разделим на 8 трубок поменьше, то их объём
 равен V , а масса - m .

объём сохранился в 8 раз \Rightarrow линейные размеры
 сохранились в $\sqrt[3]{8} = 2$ раз \Rightarrow площадь сохрани-
 лась в $2^2 = 4$ раз \Rightarrow теплоотдача тарке
 сохранилась в 4 раза. Пусть N - теплоотдача большой
 трубки, тогда $4N$ - теплоотдача большой
 трубки, тогда N - маленькой.

имеем (с - менше имать вода):

$$8cm\Delta t = 4N\tau_1 +$$

$$cm\Delta t = N\tau_2 +$$

$$\Rightarrow \frac{\tau_2}{4\tau_1} = \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \tau_2 = \frac{\tau_1}{2} = 30\text{с}$$

Ответ: $\tau_2 = \frac{\tau_1}{2} = 30\text{с}$

20
 20
 20
 20
 20
 20
 20
 20
 20
 20

28 - ...

а масса 8m

[Вт]

Задача 3.

Условие

Дано:
 $R_1 = R_3$
 $I_1 = 0,2 \text{ A}$
 $I_2 = 1,2 \text{ A}$
 $U = 12 \text{ В}$

Найти:
 $P_3 = ?$

Решение:

Ток через R_1
 течёт ток I_3 .

Напряжение на концах резисторов

R_1 и $R_2 = U$. (по закону Ома)

$$R_1 \cdot I_3 = R_2 \cdot I_1$$

по 1-му закону Кирхгофа $I_3 + I_1 = I_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow I_3 = I_2 - I_1 = 1 \text{ A}$$

Умнож,

$$R_1 (I_2 - I_1) = R_2 \cdot I_1$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{I_2 - I_1}{I_1} = 5 \Rightarrow R_2 = 5 R_1$$

по закону Ома:

$$R_2 \cdot I_1 = U$$

$$R_2 = \frac{U}{I_1} = 60 \text{ Ом} \Rightarrow R_1 = R_3 = \frac{I_2 - I_1}{I_1} \cdot \frac{U}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_1 = R_3 = \frac{I_1}{I_2 - I_1} \cdot \frac{U}{5} = 12 \text{ Ом}$$

по закону Джоуля-Ленца $P = U \cdot I = I^2 \cdot R$

$$P_3 = I_2^2 \cdot R_3 = I_2^2 \cdot \frac{I_1}{I_2 - I_1} \cdot \frac{U}{5} +$$

$$P_3 = 17,28 \text{ Вт}$$

Ответ: $P_3 = I_2^2 \cdot \frac{I_1}{I_2 - I_1} \cdot \frac{U}{5} = 17,28 \text{ Вт} +$

Задача 4

Чистовик

Решение?

Дано:

$F = 20 \text{ см}$

$AB = 0,2F$

$CD = 0,1F$

$AD = F$

Найти

 $S = ?$

Решение:

из рисунка понятно, что линза собирающая, трапеция находится дальше, чем F от линзы, следовательно её изображение действительное и перевернутое

Найдём положение точки D' (изображение т. D)

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_D} + \frac{1}{F_D} \quad (\text{уравнение тонкой линзы})$$

$$\frac{1}{F_D} = \frac{d_D - F}{d_D F}$$

$$F_D = \frac{d_D F}{d_D - F} = \frac{2F^2}{F} = 2F$$

$$\text{Тогда } \frac{C'D'}{CD} = \frac{F_D}{d_D} = 1 \Rightarrow C'D' = CD$$

Аналогично найдем A' :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_A} + \frac{1}{F_A} \Rightarrow F_A = \frac{d_A \cdot F}{d_A - F} = \frac{3F^2}{2F} = 1,5F$$

$$\text{Тогда } \frac{A'B'}{AB} = \frac{F_A}{d_A} = \frac{1}{2} \Rightarrow A'B' = \frac{AB}{2}$$

$$A'D' = F_D - F_A = 0,5F$$

Итак,

$$S = \frac{A'B' + C'D'}{2} \cdot A'D' = \frac{AB + CD}{2} \cdot A'D' =$$

$$= \frac{0,1F + 0,1F}{2} \cdot 0,5F = 0,05F^2$$

$$S = 0,05 \cdot 400 \text{ см}^2 = 20 \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: } S = 20 \text{ см}^2$$

Задача 5

Источники

Дано:

$r = 5 \text{ см}$

$h = 2 \text{ см}$

$R = 50 \text{ см}$

$H = 20 \text{ см}$

$\rho = 400 \text{ кг/м}^3$

$\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$

Найти:

$Q = ?$

Решение: Пусть m - масса пробки
 Наблюдим некоторое количество кельевого торца
 пробки, для этого наберём погружённую часть
 в воду V_n : по закону Архимеда:

$V_n \cdot \rho_0 g = mg$ ← сила тяжести

$V_n \rho_0 = \rho \cdot \pi r^2 \cdot h$

$V_n = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot \pi r^2 \cdot h$

Тогда высота погружённой части равна h_n :

$h_n = \frac{V_n}{S} = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot h$

Тогда пробка пройдёт расстояние $H + \frac{\rho}{\rho_0} \cdot h$ -
 в поле тяжести Земли.

Так как внешняя среда на систему не действует,
 то справедлив закон сохранения энергии и разность
 потенциальной энергии пробки до и после падения
 перейдёт во внутреннюю энергию воды, то есть в
 тепло: потенциальная эн, пробки

$Q = mg \left(H + \frac{\rho}{\rho_0} h \right)$

$Q = \rho \pi r^2 h \left(H + \frac{\rho}{\rho_0} h \right)$

$Q = (0,4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 3,14 \cdot 25 \text{ см}^2 \cdot 2 \text{ см} \cdot (20,8 \text{ см}) \cdot 10^{-5}$

157

8,32

2.

$Q = 1286,24 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$

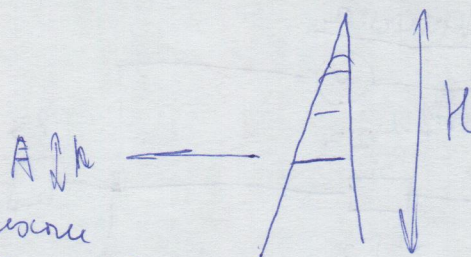
Ответ: $Q = 1286,24 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$

$Q = 1306,24 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$

$Q = \rho \pi r^2 h \left(H + \frac{\rho}{\rho_0} h \right)$

Черновик

N-1



Ротационный пропорциональности
будет $k = \frac{h}{H}$, ко фигура объёмная \Rightarrow

$$\Rightarrow V_2 = k^3 V_1$$

плотности также в три раза меньше: $\rho_2 = \frac{1}{3} \rho_1$

$$\text{так, } m = V_2 \cdot \rho_2 = k^3 \cdot V_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot \rho_1 = \frac{k^3}{3} \cdot M =$$

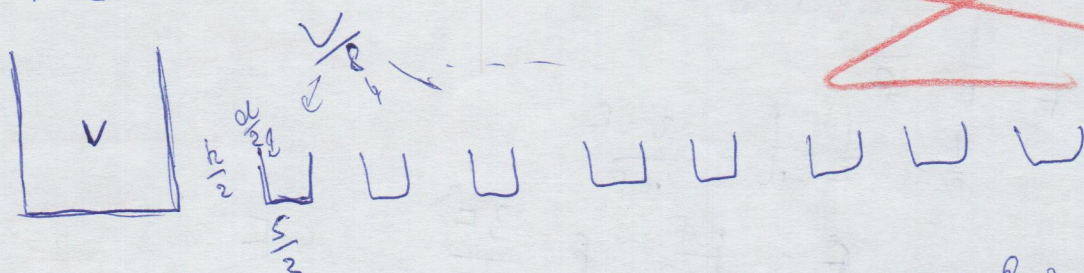
$$= \left(\frac{h}{H}\right)^3 \cdot \frac{M}{3}$$

$$m = \left(\frac{0,5}{148,5}\right)^3 \cdot \frac{240 \cdot 10^6}{3} (2) = \left(\frac{1}{297}\right)^3 \cdot \frac{80 \cdot 10^6}{3}$$

если значение $\frac{1}{297}$ на $\frac{1}{300}$ погрешность будет 1%, при возведении в куб погрешность 3%:

$$m = \frac{1}{27 \cdot 10^6} \cdot \frac{80 \cdot 10^6}{3} \approx 12$$

N-2



Площадь в 2 раза меньше, масса меньше в 8 раз
температура в 2 раза меньше

$$\begin{cases} 8 \text{ cm } \Delta t = N \tau_1 & (1) \\ \text{cm } \Delta t = \frac{N}{2} \cdot \tau_2 & (2) \end{cases}$$

$$\frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{1}{8}$$

$$\tau_2 = \frac{\tau_1}{4}$$

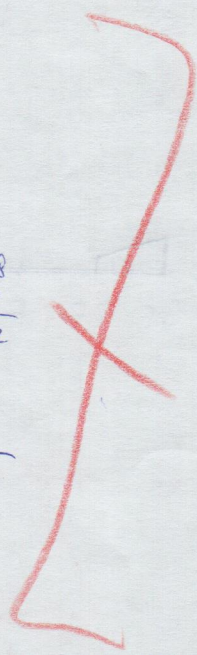
ответ: $\tau_2 = \frac{\tau_1}{4} = 15 \text{ c}$



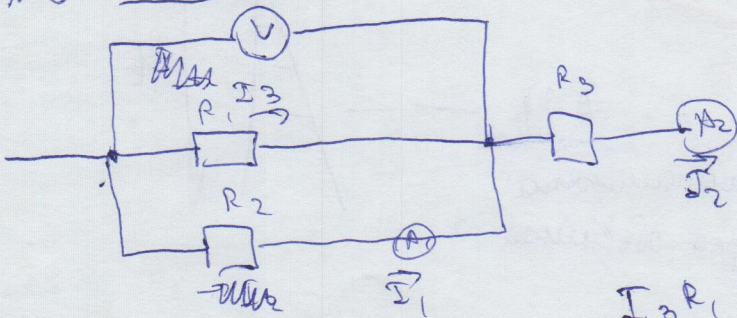
$$\begin{array}{r} 1256 \\ \times 157 \\ \hline 1265,42 \\ \times 157 \\ \hline 1296,24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 20,4 \\ \hline 806 \\ \times 0,4 \\ \hline 144 \\ \times 1,12 \\ \hline 288 \\ 144 \\ \hline 1728 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 20,8 \\ \hline 802 \\ 3 \\ \times 208 \\ \hline 8,32 \end{array}$$



N-3 Чирков



$$I_3 = I_2 - I_1 = 1 \text{ A}$$

$$I_3 R_1 = I_1 R_2$$

$$(I_2 - I_1) R_1 = I_1 R_2$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{I_2 - I_1}{I_1}$$

~~$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{I_1}{I_2 - I_1}$$~~

$$I_1 R_2 = U$$

$$R_2 = \frac{U}{I_1} = 60 \text{ Ом}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = 5$$

$$P = I^2 \cdot R = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 12 = \frac{12^3}{100} = 7,28 \text{ Вт}$$

Отв-1 7,28 Вт

N-4

для AB:

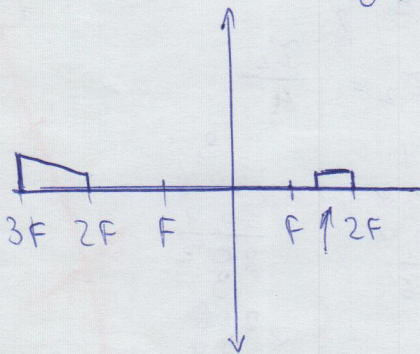
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{dF}$$

$$F = \frac{dF}{d-F} \Rightarrow F = \frac{3F^2}{2R} = 1,5 F$$

$$\frac{h}{k} = \frac{F}{d} = \frac{1}{2} \Rightarrow A'B' = \frac{AB}{2}$$

$C'D' = CD$, т.е. разделилось на 2F

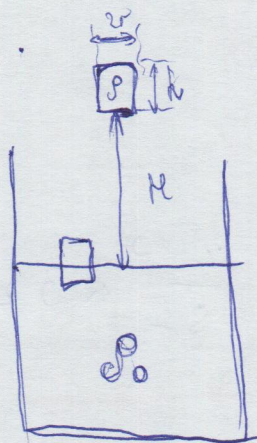


$$S = A'B' \cdot A'D' = 0,5F \cdot 0,5F = 0,05F^2$$

$$S = \frac{400}{5} = 80 \text{ см}^2$$

$$S = 20 \text{ см}^2$$

Черновик



Найдём каковыше и конечное положение центра масс. пробки h
 нач. $\rightarrow k + \frac{h}{2}$

кал. ?
 найдём объём погружённой части пробки

$$\rho_0 V_n g = m g$$

$$\rho_0 V_n = \rho \cdot \pi R^2 h$$

$$V_n = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot \pi R^2 h$$

$$h_n = \frac{V_n}{S} = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot h = 0,4 h$$

~~Рассетание~~ Рассетание, которая в итоге прошла пробка -

$$k + \frac{h}{2} - 0,4 h = k + 0,1 h$$

Т.к. внешнее или на систему не действует, справедлив закон сохранения энергии и потенциальная энергия пробки передела в тепло:

$$m g (k + \frac{h}{2}) = Q$$

$$m g (k + \frac{\rho}{\rho_0} h) = Q$$

$$Q = \rho \pi R^2 h (k + \frac{\rho}{\rho_0} h)$$

$$Q = (0,4 \text{ м}^3 \cdot 3,14 \cdot 25 \text{ см}^2 \cdot 4 \text{ см} \cdot 2001 \text{ см}) \cdot \frac{1000}{100} \cdot \frac{1}{100} \cdot \frac{1}{100}$$

$$Q = 2524,56 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 20,1 \\ \times 0,4 \\ \hline 8,04 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,3 \\ 3,14 \\ \times 8,04 \\ \hline 12,56 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2512 \\ 2524,56 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 20,4 \\ \times 0,4 \\ \hline 8,16 \end{array}$$

Черновик

$$k = \frac{k}{k} = \frac{0,5}{148,5} = \frac{1}{297} \approx \frac{1}{300} = \frac{1}{3 \cdot 100}$$

$$m = \cancel{V_2} \cdot \cancel{\rho_2} = k^3 V_1 \cdot \frac{\rho_1}{3} =$$

$$\frac{4}{125} k^3 \cdot \frac{M}{3} = \frac{4 \cdot 240 \cdot 10^6}{125 \cdot 3} = \frac{240}{81} \approx 32$$

$\frac{4}{125}$
 $\times 8,32$
 \hline
 314
 421
 \hline
 1256
 \hline
 624

$\frac{4}{125}$
 $\times 152$
 \hline
 832
 \hline
 314
 421
 \hline
 1256
 \hline
 130624

