

Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области
(ОРМО) 2014-2015 гг.
Физика (заключительный этап) 8 класс (решения)
Вариант 1

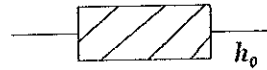
1. Доска толщиной 5 см плавает в воде, погружившись на 70%. Поверх воды разливается слой нефти толщиной 1 см. На сколько будет выступать доска над поверхностью нефти? Плотность воды 1000 кг/м^3 , плотность нефти 800 кг/м^3 .

Оценка задания 10 баллов

Решение:

- а) доска в воде. Она погружена на 70% толщины =>
 5 см – 100%

$$\Rightarrow h_0 = \frac{5 \cdot 70}{100} = 3,5 \text{ см}$$



$h_0 - 70\%$

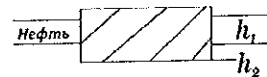
Давление на этой глубине

$$P_0 = \rho g h_0 = 1000 \cdot 10 \cdot 0,035 \text{ (Па)}$$

Именно это давление удерживает доску

- б) Давление на нижнюю поверхность доски, когда на нефть толщиной h_1 , определяется так:

$$P_1 = \rho_{\text{н}} g h_1 + \rho_{\text{в}} g h_2 = 800 \cdot 10 \cdot 0,01 + 1000 \cdot 10 \cdot h_2 \\ = 80 + 10000 h_2$$



воду налита

Т.к. доска одна и та же, то

$$P_1 = P_0 \Rightarrow 80 + 10000 h_2 = 350; \\ 10000 h_2 = 270 \Rightarrow h_2 = 0,027 \text{ (м)} = 2,7 \text{ см}$$

- в) Т.о. над уровнем жидкости находится

$$H = h_1 + h_2 = 1 + 2,7 = 3,7 \text{ см доски.}$$

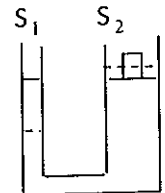
Наружу будет выступать

$$5 - 3,7 = 1,3 \text{ см}$$

Ответ: 1,3 см

2. В заводских условиях на гидравлическом прессе с площадью большого поршня в 20 раз больше малого поднимают груз массой 1,5 тонны на 40 см. Какую работу совершают при этом?

Оценка задания 10 баллов



Решение:

$$m = 1500 \text{ кг}$$

$$l = 40 \text{ см}$$

$$\frac{S_2}{S_1} = 20$$

Найти:

A – ?

Для гидравлического пресса выигрыш в силе составляет:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}, \text{ где } F_2 = mg$$

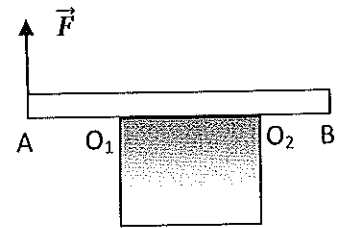
Отсюда: $F_1 = \frac{S_1}{S_2} \cdot mg$

Тогда искомая работа: $A = F_1 \cdot l = \frac{S_1}{S_2} \cdot mgl$

Ответ: $A = \frac{S_1}{S_2} \cdot mgl = 300 \text{ Дж}$

3. Для проведения лабораторной работы студенту ТГУ Ягнешеvu Павлу была выдана электрическая плитка. При этом преподаватель сообщил, что коэффициент полезного действия этой плитки 40%. На ее корпусе он обнаружил, что мощность равна 500 Вт. Сколько времени продолжить нагревание 0,8 литров воды, чтобы ее 10% обратить в пар при кипении, если начальная температура воды 15°? Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, удельная теплота парообразования воды $r = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$.

Оценка задания 10 баллов



Решение:

$$P = 500 \text{ Вт}$$

$$\text{КПД} = 0,4$$

$$V_{\text{воды}} = 0,8 \text{ л}$$

$$V_{\text{исп.воды}} = 0,1 \cdot V_{\text{воды}}$$

$$T_0 = 15^\circ\text{C} = 288 \text{ К}$$

$$T_{\text{к}} = 373 \text{ К}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 1 \frac{\text{кг}}{\text{л}}$$

$$r = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Найти:

$$\tau - ?$$

Сначала необходимо нагреть воду до температуры кипения $T_{\text{к}}$:

$$Q_{\text{н}} = (T_{\text{к}} - T_0) \cdot c \cdot \rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{воды}}$$

Затем начнется процесс парообразования воды, чтобы испарить объем равный $V_{\text{исп.воды}}$ потребуется следующее количество тепла:

$$Q_{\text{исп}} = r \cdot \rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{исп.воды}} = 0,1 \cdot r \cdot \rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{воды}}$$

Теперь выясним, какое количество тепла передаст электрическая плитка воде за время работы τ :

$$\text{КПД} \cdot P\tau = Q$$

В итоге получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \text{КПД} \cdot P\tau = Q \\ Q = Q_{\text{н}} + Q_{\text{исп}} \end{cases}$$

Выразим и найдем искомое время:

$$\tau = \frac{Q_{\text{н}} + Q_{\text{исп}}}{P \cdot \text{КПД}} = \frac{(T_{\text{к}} - T_0) \cdot c \cdot \rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{воды}} + 0,1 \cdot r \cdot \rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{воды}}}{P \cdot \text{КПД}} = \frac{\rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{воды}} ((T_{\text{к}} - T_0) \cdot c + 0,1 \cdot r)}{P \cdot \text{КПД}}$$

$$\text{Ответ: } \tau = \frac{\rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{воды}} ((T_{\text{к}} - T_0) \cdot c + 0,1 \cdot r)}{P \cdot \text{КПД}}$$

Примерно 39 минут (2332 секунды)

4. При переключивании стальной детали длиной 2,4 м и массой 48 кг рабочие положили ее на верстак, но так, что она свешивалась, выступая за края с левой стороны на 0,8 м, а с правой стороны – на 0,6 м. Какую силу нужно приложить в точке А, чтобы приподнять деталь?

Оценка задания 10 баллов

Решение:

$$l_{\text{общая}} = 2,4 \text{ м}$$

$$m = 48 \text{ кг}$$

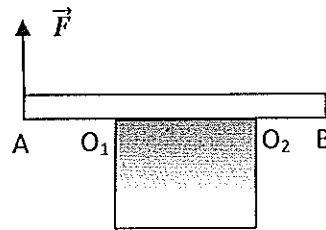
$$l_{\text{левого}} = 0,8 \text{ м}$$

$$l_{\text{правого}} = 0,6 \text{ м}$$

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

Найти:

F – ?



Чтобы приподнять деталь необходимо, чтобы момент приложенной силы был больше либо равен моменту силы тяжести:

$$M_{mg} \leq M_F$$

Очевидно, что ось вращения пройдет через точку O_2 . Рассмотрим моменты сил, о которых мы говорили ранее. Сила тяжести будет приложена к центру масс, а ввиду однородности детали, таковым будет являться середина стержня, тогда:

$$\begin{cases} M_{mg} = mg \left(\frac{l_{\text{общая}}}{2} - l_{\text{правого}} \right) \\ M_F = F (l_{\text{общая}} - l_{\text{правого}}) \\ M_{mg} = M_F \end{cases}$$

Решая систему получим:

$$F = mg \frac{\left(\frac{l_{\text{общая}}}{2} - l_{\text{правого}} \right)}{(l_{\text{общая}} - l_{\text{правого}})} = 160 \text{ Н}$$