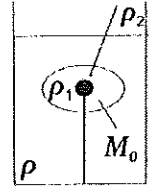


Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области
(ОРМО) 2014-2015 гг.
Физика (заключительный этап) 9 класс (решения)
Вариант 1

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



2. Небольшой алюминиевый шарик с привязанной к нему лёгкой ниткой заморожен в ледышку массой $M_0 = 100 \text{ г}$. Свободный конец нитки прикреплен к дну теплоизолированного цилиндрического сосуда, в который налита вода массой $m_0 = 0,5 \text{ кг}$, имеющая температуру $t_0 = 20^\circ\text{C}$. Температура льда и шарика 0°C , начальная сила натяжения нитки $T=0,08 \text{ Н}$. Какова будет температура воды в тот момент, когда сила натяжения будет равна 0?

Оценка задания 10 баллов

$$C_{\text{воды}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}, \quad \rho_{\text{воды}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

$$\rho_{\text{льда}} = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \quad \rho_{\text{алюмин}} = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

$$\lambda_{\text{льда}} = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Считать, что тепловое равновесие в воде устанавливается мгновенно.

- 1) На ледышку с шариком действуют следующие силы (см.рис):

\vec{F}_A – сила Архимеда

$M_0 \vec{g}$ – сила тяжести, действ. на лёд

$M_1 \vec{g}$ – сила тяжести, действ. на алюминий

\vec{T} – сила натяжения нитки

В начальный момент

$$F_A = g(M_0 + M_1) + T$$

В свою очередь $F_A = \rho(V_0 + V_1)g$

$$V_0 = \frac{M_0}{\rho_1}, \quad V_1 = \frac{M_1}{\rho_2}.$$

Подстановка даёт уравнение для определения массы алюминиевого шарика M_1

$$\rho \left(\frac{M_0}{\rho_1} + \frac{M_1}{\rho_2} \right) g = g(M_0 + M_1) + T \quad (1)$$

$$1000 \left(\frac{0,1}{900} + \frac{M_1}{2700} \right) \cdot 10 = 10(0,1 + M_1) + 0,08;$$

$$\frac{10}{9} + \frac{100M_1}{27} = 1 + 10M_1 + 0,08$$

$$\frac{10}{9} - 1 - 0,08 = 10M_1 - \frac{100M_1}{27};$$

$$\frac{10 - 9 - 0,72}{9} = \frac{270 - 100}{27} M_1;$$

$$\frac{0,28}{9} = \frac{170}{27} M_2 \quad M_2 = \frac{0,28 \cdot 27}{9 \cdot 170} = \frac{0,84}{170} \text{ (кг)}$$

- 2) Когда часть льда растаяла, его объём уменьшился, сила Архимеда – тоже, и $T=0$, то уравнение (1) примет вид:

$$\rho \left(\frac{M_0}{\rho_1} + \frac{M_1}{\rho_2} \right) g = g(M_0 + M_1)$$

M_0 – масса льда после частичного таяния.

После подстановки получается

$$1000 \left(\frac{M_0}{900} + \frac{0,84/170}{2700} \right) = M_0 + \frac{0,84}{170}$$

$$\frac{M_0 \cdot 10}{9} + \frac{8,4}{170 \cdot 27} = M_0 + \frac{0,84}{170}$$

$$M_0 \cdot \frac{1}{9} = \frac{0,84}{170} - \frac{8,4}{170 \cdot 27};$$

$$M_0 = \frac{0,84 \cdot 9}{170} - \frac{8,4}{170 \cdot 3} = \frac{0,84 \cdot 9 - 2,8}{170} = 0,028 \text{ кг}$$

3) Растаяло $0,1 - 0,028 = 0,072$ кг льда = m_1

Уравнение теплового баланса

$$\lambda m_1 + cm_1(t - 0) = cm_0(t_0 - t)$$

$$330000 \cdot 0,072 + 4200 \cdot 0,072 \cdot t = 4200 \cdot 0,5 \cdot (20t)$$

$$23760 + 302,4t = 42000 - 2100t$$

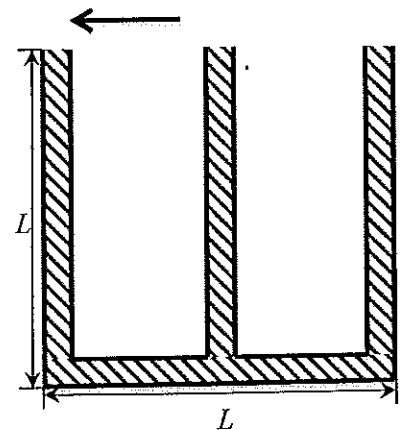
$$2402,4t = 18240$$

Ответ: $t = 7,6^\circ\text{C}$

3. Для проведения лабораторной работы студенту Ягнешеу 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

4. Длинную трубку постоянного калибра разрезали на четыре одинаковые части длиной L и соединили в виде сообщающихся сосудов с тремя вертикальными трубками. Конструкцию полностью заполнили водой (см. рис.) и привели в движение в горизонтальном направлении в плоскости чертежа с постоянным ускорением. Определите величину ускорения, если в процессе движения из данной конструкции вылилось $11/36$ всей массы от первоначально заполненной воды.



Оценка задания 10 баллов

Решение

Очевидно, что при движении влево данной конструкции с ускорением a вода будет выливаться из правой трубки. Уровни воды, оставшейся в средней и левой трубках, обозначим через X и Y . Из условия задачи следует, что

$$(L - X) + (L - Y) = \frac{11}{36} \cdot 4L.$$

Следовательно,

$$X + Y = \frac{5}{8} \cdot L. \quad (1)$$

Давление жидкости у дна правой трубки равно $P_1 = P_0 + \rho gL$, где P_0 – атмосферное давление. Давление у дна средней трубки равно $P_2 = P_0 + \rho gX$, а у дна левой трубки $P_3 = P_0 + \rho gY$.

Запишем уравнение движения горизонтальной части жидкости, заключенной между левой и правой трубками:

$$\rho gLS - \rho gYS = \rho L S a. \quad (2)$$

Для горизонтальной части жидкости, заключенной между средней и левой трубками, уравнение движения имеет вид:

$$\rho gXS - \rho gYS = \rho S L/2 \cdot a. \quad (3)$$

Совместное решение уравнений (1), (2), (3) дает искомое ускорение: $a = \frac{11}{12} g$.