

Всероссийская олимпиада школьников по физике

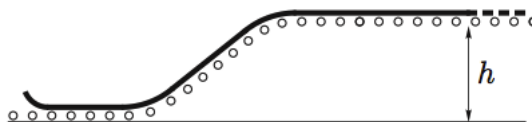
10 класс, заключительный этап, 2002/03 год

ЗАДАЧА 1. В древние времена люди считали Землю плоской. Вообразим, что Земля действительно не является шаром радиуса $R = 6370$ км, а представляет собой безграничный плоский слой толщины H . Предполагая, что плотность Земли постоянна и одинакова в обеих моделях, определите, при какой толщине «плоской» Земли ускорение свободного падения на её поверхности оказалось бы таким же, как и на поверхности реальной Земли.

Примечание. Можно использовать аналогию между электростатическим и гравитационным полями.

$$\frac{g}{2} = H$$

ЗАДАЧА 2. Горка представляет собой плавный переход между двумя плоскими поверхностями, отстоящими друг от друга по высоте на h (рис.). На горке и плоских поверхностях достаточно часто расположены небольшие шероховатые массивные валики (расстояние между осями соседних валиков равно l), по которым катится длинный тяжёлый ковер. Определите установившуюся скорость v ковра.



Масса m валика сосредоточена на его ободе. Трением в осях валиков можно пренебречь. Первоначально валики были неподвижны. Погонная плотность ковра равна ρ . Гибкость ковра позволяет ему повторить профиль горки, но, вместе с тем, не даёт переднему краю провалиться между валиками.

$$\frac{m}{l\rho b\sigma} \Lambda = a$$

ЗАДАЧА 3. Водород находится в стальном сферическом контейнере высокого давления («бомбе»). Плотность стали $\rho = 7,8 \cdot 10^3$ кг/м³, предел прочности $\sigma = 5 \cdot 10^8$ Н/м². Водород из контейнера заполняет лёгкую растяжимую оболочку воздушного шара при неизменной температуре $T = 300$ К. Может ли этот воздушный шар поднять сферический контейнер, в котором водород находился ранее?

Универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль·К), молярную массу воздуха примите равной $29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

При расчёте весом водорода и оболочки шара можно пренебречь.

$$\frac{F}{V} = \frac{2\sigma R}{3\rho l} \approx 0,5 > 1 \Rightarrow \text{не сложит}$$

ЗАДАЧА 4. В 1899 году выдающийся американский физик Роберт Вуд оригинально решил сложную техническую проблему, за что институт, в котором он работал, сразу получил премию в 200000 долларов. Придуманное им «электротаяние» широко используют и сейчас.

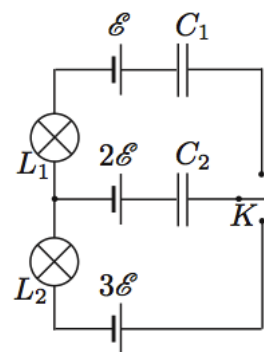
Однажды во время сильного мороза в проложенной под землёй к дому сенатора железной трубе длиной $l = 100$ метров на участке длиной $l_1 \approx 5$ метров замёрзла вода, и водопровод перестал работать. Вуд предложил подсоединить к концам трубы провода от вторичной обмотки понижающего трансформатора, и через $t = 10$ минут после подключения из крана полилась вода. Какое примерно напряжение было приложено к концам трубы и какая сила тока была в ней? Как изменилось бы время отогрева, если бы длина замёрзшего участка была в два раза больше?

Диаметры трубы: внутренний $D_1 = 20$ мм, наружный $D_2 = 26$ мм. Для железа: плотность $d_{\text{ж}} = 7,8$ г/см³, удельная теплоёмкость $c_{\text{ж}} = 0,45$ кДж/(кг · К), удельное сопротивление $\rho = 0,1$ Ом · мм²/м. Для льда: плотность $d_{\text{л}} = 0,9$ г/см³, удельная теплоёмкость $c_{\text{л}} = 2,1$ кДж/(кг · К), удельная теплота плавления $\lambda = 340$ кДж/кг.

Примечание. Для упрощения решения можно считать, что снаружи трубы также находится замёрзшая вода.

$$\sqrt{0,68} \approx \frac{\eta}{l} = I; \text{ в } \text{л} \approx \frac{1}{\rho} \frac{1}{D_2^2 - D_1^2} \sqrt{l_1} = 0$$

ЗАДАЧА 5. В цепи (рис.) переключатель K находится в среднем (разомкнутом) положении, а конденсаторы C_1 и C_2 одинаковой ёмкости C не заряжены. В некоторый момент переключатель замыкают в одно из положений. После установления равновесия в цепи его перебрасывают в противоположное положение. Найдите отношение Q_{L_1}/Q_{L_2} теплот, выделившихся на лампах накаливания L_1 и L_2 после многократного повторения переключений. Источники тока с ЭДС \mathcal{E} , $2\mathcal{E}$ и $3\mathcal{E}$ считать идеальными.



$$\frac{\mathcal{E}}{2} \text{ или } \frac{1}{8}$$