

# Всероссийская олимпиада школьников по физике

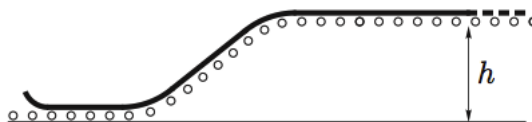
10 класс, финал, 2002/03 год

**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  $\rho$ . 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/м<sup>3</sup>, предел прочности  $\sigma = 5 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>. 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.

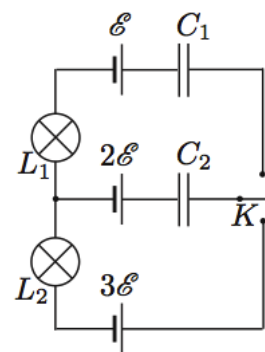
Однажды во время сильного мороза в проложенной под землёй к дому сенатора железной трубе длиной  $l = 100$  метров на участке длиной  $l_1 \approx 5$  метров замёрзла вода, и водопровод перестал работать. Вуд предложил подсоединить к концам трубы провода от вторичной обмотки понижающего трансформатора, 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/см<sup>3</sup>, удельная теплоёмкость  $c_{\text{ж}} = 0,45$  кДж/(кг · К), удельное сопротивление  $\rho = 0,1$  Ом · мм<sup>2</sup>/м. Для льда: плотность  $d_{\text{л}} = 0,9$  г/см<sup>3</sup>, 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.



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