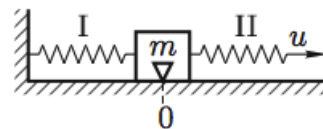


# Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, заключительный этап, 2007/08 год

ЗАДАЧА 1. На гладком горизонтальном столе лежит груз массы  $m$ , к которому прикреплены две одинаковые пружины жёсткости  $k$  каждая (рис.).



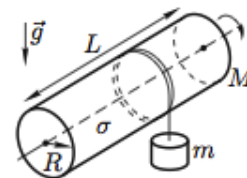
Левый конец пружины I прикреплен к стенке; в момент времени  $t = 0$  правый конец пружины II начинают медленно перемещать с постоянной скоростью  $u$ .

- 1) Через какое время груз впервые приобретёт скорость  $u$ ?
- 2) На каком расстоянии от первоначального положения будет он в этот момент находиться?

Указание. Перейдите в систему отсчёта, движущуюся со скоростью  $u/2$ .

$$\frac{4k}{m} \sqrt{\frac{2}{\pi}} = s \quad (2) \quad \frac{4k}{m} \sqrt{\frac{2}{\pi}} \lambda = \lambda \quad (1)$$

ЗАДАЧА 2. На длинном тонкостенном диэлектрическом цилиндре радиуса  $R$ , длины  $L \gg R$  и массы  $M$  размещён электрический заряд одинаковой поверхностной плотностью  $\sigma$ . Цилиндр может свободно (без трения) вращаться вокруг своей оси под действием груза массы  $m$ , подвешенного на невесомой нити, намотанной на цилиндр (рис.). Определите ускорение груза.



Магнитную постоянную  $\mu_0$  считать заданной.

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} = v$$

ЗАДАЧА 3. Через короткую трубку выдувают мыльный пузырь массой  $m = 0,01$  г и коэффициентом поверхностного натяжения  $\sigma = 0,01$  Н/м (рис.). Пузырь заряжают зарядом  $Q = 5,4 \cdot 10^{-8}$  Кл. Трубка остаётся открытой.



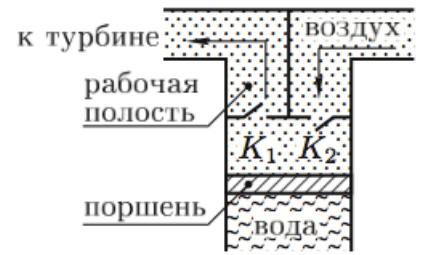
- 1) Определите равновесный радиус пузыря  $R_0$ .
- 2) Определите период малых колебаний пузыря, если при колебаниях он сохраняет сферическую форму.

3) Оцените, с какой скоростью разлетятся брызги, если пузырь внезапно зарядить зарядом  $Q_1 = 10Q$ .

Электрическая постоянная  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Кл<sup>2</sup>/(Дж · м).

$$R_0 = \sqrt[3]{\frac{3m}{4\pi\sigma}} \approx 3,0 \text{ см}; \quad (2) \quad T = \sqrt{\frac{12\pi}{m}} \approx 16 \text{ мс}; \quad (3) \quad v = \sqrt{\frac{10Q^2}{10Q}} \approx 94 \text{ м/с}$$

ЗАДАЧА 4. Первое устройство, вырабатывающее электричество для бакена за счёт энергии морских волн, было создано в 1964 году. Схема бакена показана на рисунке. Воздух сначала засасывается при опускании поршня через клапан  $K_2$ , затем сжимается и выпускается в рабочую полость через клапан  $K_1$ . Когда поверхность воды опускается, клапан  $K_1$  закрыт, а клапан  $K_2$  открыт. За один раз засасывается  $V_1 = 0,233 \text{ м}^3$  воздуха при давлении  $p_1 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и температуре  $t_1 = 7^\circ\text{С}$ .



Когда поверхность воды начинает подниматься, клапан  $K_2$  закрывается, и воздух адиабатически сжимается поршнем до давления  $p_2 = 6,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . После этого открывается клапан  $K_1$ , и поршень продолжает двигаться вверх до тех пор, пока весь воздух не будет вытолкнут в рабочую полость. При этом воздух в рабочей полости приводит в движение турбину и генератор, вырабатывающий электричество. После открытия клапана  $K_1$  давление воздуха над поршнем остаётся приблизительно неизменным.

Пренебрегая массой поршня и трением между поршнем и стенкой, определите, какую работу за один цикл совершает вода при подъёме поршня.

Воздух можно считать идеальным двухатомным газом, для которого  $\gamma = C_p/C_V = 7/5$ . Универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ .

$$p_1 V_1 = \frac{\nu R t_1}{\gamma - 1} \left[ \left( \frac{z_2}{z_1} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} + \left( 1 - \frac{\gamma - 1}{\gamma} \left( \frac{z_2}{z_1} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} \right) \right] = V$$

ЗАДАЧА 5. Говорят, что в архиве Снеллиуса нашли чертёж оптической схемы. От времени чернила выцвели, и на чертеже остались видны только параллельные друг другу собирающая линза, объект и его действительное изображение (рис.). Из пояснений к чертежу было ясно, что за линзой было расположено плоское зеркало. Восстановите построением по имеющимся данным положение зеркала и найдите положения фокусов линзы.

