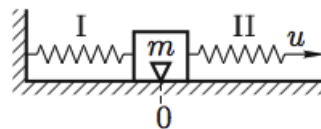


Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, финал, 2007/08 год

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



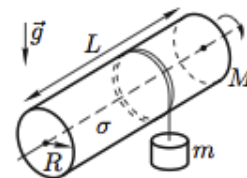
Левый конец пружины I прикреплен к стенке; в момент времени $t = 0$ правый конец пружины II начинают медленно перемещать с постоянной скоростью u .

- 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 $u/2$.

$$\frac{4k}{m} \sqrt{\frac{2}{3}} = s \quad (2) \quad \frac{4k}{m} \sqrt{\frac{2}{3}} \lambda = \lambda \quad (1)$$

ЗАДАЧА 2. На длинном тонкостенном диэлектрическом цилиндре радиуса R , длины $L \gg R$ и массы M размещён электрический заряд одинаковой поверхностной плотностью σ . 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 μ_0 считать заданной.

$$\frac{1}{6\pi} \frac{2\pi R \sigma \omega l + \omega + 1}{b\omega} = v$$

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.



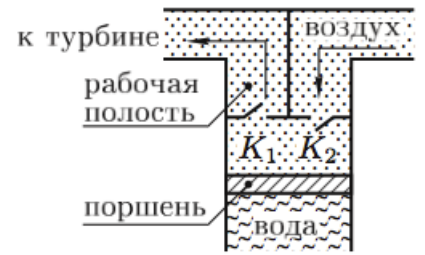
- 1) Определите равновесный радиус пузыря R_0 .
- 2) Определите период малых колебаний пузыря, если при колебаниях он сохраняет сферическую форму.

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

Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Дж · м).

$$R_0 = \sqrt[3]{\frac{3m}{4\pi\sigma}} \approx 3,0 \text{ см}; \quad (2) \quad T = \sqrt{\frac{12m}{\pi\sigma}} \approx 16 \text{ мс}; \quad (3) \quad v = \frac{10Q}{10Q} \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 Q^2}{m}} \approx 94 \text{ м/с}$$

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 $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$.

$$p_2 V_2 = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \left(\frac{z d}{r d} \right) \frac{1}{\gamma} z d + \left(1 - \frac{\gamma}{\gamma - 1} \left(\frac{r d}{z d} \right) \right) \frac{1 - \gamma}{\gamma} V = V$$

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.

