

Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, региональный этап, 2011/12 год

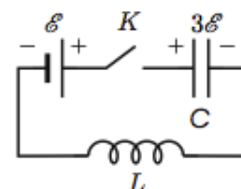
ЗАДАЧА 1. Пустая стеклянная бутылка плавает в цилиндрическом сосуде с водой. Площадь дна сосуда $S = 250 \text{ см}^2$. Из чайника в бутылку медленно наливают воду, и, когда масса воды достигает $m = 300 \text{ г}$, бутылка начинает тонуть. Оказалось, что, когда весь воздух из бутылки вышел, уровень воды в сосуде изменился на $\Delta h = 0,60 \text{ см}$ по сравнению с тем моментом, когда в бутылку начали наливать воду. Вычислите вместимость бутылки V .

Плотность воды $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$.

$$V = \frac{m}{\rho} + S \Delta h = 300 \text{ г} / 1,0 \text{ г/см}^3 + 250 \text{ см}^2 \cdot 0,60 \text{ см} = 450 \text{ см}^3$$

ЗАДАЧА 2. В электрической цепи (см. рисунок) конденсатор C заряжен до напряжения $3\mathcal{E}$. Затем ключ K замыкают. Найдите:

- 1) максимальную силу тока в цепи;
- 2) силу тока в цепи в момент времени, когда заряд на конденсаторе становится равным нулю;
- 3) заряд на конденсаторе в момент времени, когда сила тока в цепи становится равной нулю.



Все элементы можно считать идеальными.

$$I_{\text{max}} = \frac{3\mathcal{E}}{L} \sqrt{\frac{L}{C}} = 3\mathcal{E} \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

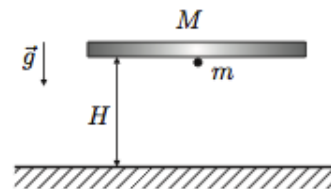
ЗАДАЧА 3. Автомобиль с полным приводом (двигатель вращает все четыре колеса) и массой $m = 1400 \text{ кг}$ проходит поворот радиуса $R = 500 \text{ м}$ с постоянной по модулю скоростью. Максимальная мощность двигателя автомобиля не зависит от скорости и равна P_{max} . Сила сопротивления воздуха $\vec{F} = -\alpha \vec{v}$, где \vec{v} — скорость автомобиля, $\alpha = 40 \text{ Н} \cdot \text{с/м}$. Коэффициент трения между колёсами и дорогой $\mu = 0,52$.

Определите максимальное значение v_{max} модуля скорости, с которой автомобиль может пройти поворот. Постройте график зависимости v_{max} от P_{max} .

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{P_{\text{max}}}{\alpha}}, \text{ если } P_{\text{max}} \leq \alpha n^2; v_{\text{max}} = n, \text{ если } P_{\text{max}} > \alpha n^2; \text{ где } n = \sqrt{\frac{m}{\mu R}}$$

ЗАДАЧА 4. Над поверхностью земли находится пластина массой M . Между ней и землёй движется шарик массой m . В момент любого столкновения пластины с шариком высота пластины над землёй равна H , как будто пластина просто «висит» (см. рисунок). Все удары абсолютно упругие.

Считая, что пластина всегда параллельна поверхности земли и может двигаться только вертикально, найдите кинетическую энергию K шарика у поверхности земли при условии $m \ll M$. (Скорость шарика при всех столкновениях с пластиной одна и та же.)



$$H^2 \mu g \approx \frac{m + \mu H}{H^2 (m + \mu H)} = \mu$$

ЗАДАЧА 5. В цилиндре под поршнем находится влажный воздух. В изотермическом процессе объём цилиндра уменьшается в $\alpha = 4$ раза, при этом давление под поршнем увеличивается в $\gamma = 3$ раза.

Какая часть первоначальной массы пара сконденсировалась? В начальном состоянии парциальное давление сухого воздуха в $\beta = 3/2$ раза больше парциального давления пара.

$$\frac{g}{g_0} = \frac{v}{(g+1)(k-v)} = \frac{uv}{u+v}$$