

# Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

11 класс, 2020 год

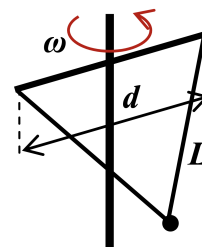
## Билет 6

### Задание 1

**ВОПРОС.** Автомобиль проходит поворот со скоростью 30 м/с по траектории с радиусом закругления 40 м в горизонтальной плоскости ( $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ ). При какой минимальной величине угла наклона полотна трека он сможет это сделать, если коэффициент трения колёс о полотно  $\mu = 1$ ?

$$\tan \alpha \approx \frac{v^2}{gR} \approx \frac{30^2}{10 \cdot 40} = 2.25 \approx 1.1$$

**ЗАДАЧА.** Маленький массивный шарик прикреплён двумя одинаковыми лёгкими жёсткими стержнями к шарнирам на концах горизонтальной штанги длиной  $d = 24 \text{ см}$ , симметрично закреплённой на вертикальной оси (см. рисунок). Ось вращается с угловой скоростью  $\omega_1 = 7 \text{ с}^{-1}$ , длина каждого из стержней  $L = 37 \text{ см}$ . При этом сила натяжения каждого стержня равна  $T_1 = 49 \text{ Н}$ . Какой станет сила натяжения, если уменьшить скорость вращения до величин  $\omega_2 = 6 \text{ с}^{-1}$  и  $\omega_3 = 5 \text{ с}^{-1}$ ? Сопротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения в задаче принять равным  $g \approx 9.8 \text{ м/с}^2$ .



$$T_2 = T_1 \frac{v_1^2 - gL \sin \alpha}{v_2^2 - gL \sin \alpha} = 49 \cdot \frac{49 - 9.8 \cdot 0.37}{36 - 9.8 \cdot 0.37} = 49 \cdot \frac{45.22}{32.22} \approx 71.5 \text{ Н}$$

### Задание 2

**ВОПРОС.** В цилиндрическом сосуде под поршнем находился водяной пар с температурой  $100^\circ\text{C}$  и давлением 0,4 атм. Объём пара изотермически уменьшили втрое. Каким стало его давление?

$$p_2 = 0.133 \text{ атм}$$

**ЗАДАЧА.** Герметичный гладкий вертикальный цилиндр сечением  $S$  разделён на две части тяжёлым теплоизолирующим подвижным поршнем массы  $M$ . Под поршнем находится гелий, начальное давление которого равно  $p$ , а над поршнем — насыщенный водяной пар с температурой  $T$ . Гелий медленно нагревают, а температуру пара поддерживают постоянной. Во сколько раз отличается количество теплоты, отведённой от пара, от количества теплоты, сообщённого гелию? Молярную массу  $\mu$  и удельную теплоту парообразования  $\lambda$  воды, а также универсальную газовую постоянную  $R$  и ускорение свободного падения  $g$  считать известными.

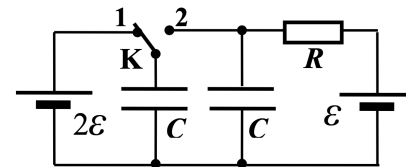
$$\left( \frac{Sd}{bN} - 1 \right) \frac{dH_0}{dV_0} = \frac{V_0}{V_0} = 1$$

### Задание 3

**ВОПРОС.** Какое количество теплоты выделяется в резисторе, через который протёк заряд  $\Delta q$ , и при этом по мере перемещения заряда напряжение на нём *линейно* уменьшалось от  $U_0$  до  $U_1$ ?

$$b \nabla \frac{c}{r_{\Omega+0\Omega}} = \partial$$

ЗАДАЧА. В схеме, изображённой на рисунке, ключ долгое время находился в положении 1. Какое количество теплоты выделится в резисторе после перевода его в положение 2?  $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$ ,  $C = 10 \text{ мкФ}$ , внутренние сопротивления аккумуляторов одинаковы и в  $n = 3$  раза меньше сопротивления резистора. Сопротивление проводов, а также индуктивность контура с конденсаторами пренебрежимо малы.

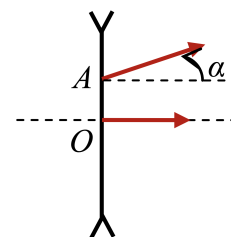


$$Q = 2\mathcal{E} C \frac{(1+n)\mathcal{E}}{n} = 48 \text{ Дж}$$

## Задание 4

ВОПРОС. Опишите способ построения продолжения произвольного параксиального луча, падающего на поверхность тонкой рассеивающей линзы (в любой точке под любым углом).

ЗАДАЧА. Точечный источник света находится перед рассеивающей линзой. Луч от этого источника, падающий на линзу в точке  $O$ , идёт после линзы вдоль её главной оптической оси. Луч, падающий на линзу в точке  $A$  (расстояние  $|OA| = l = 2 \text{ см}$ ), выходит из линзы под углом  $\alpha = 6^\circ$  к оптической оси. Фокусное расстояние линзы  $F = 25 \text{ см}$ . На каком расстоянии от линзы находится источник?



$$v \approx \frac{l - \alpha F}{\alpha} = 80 \text{ см}$$