

# Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2017 год

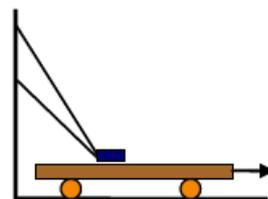
Билет 5 (Москва)

## Задание 1

**ВОПРОС.** Два отрезка лески изготовлены из одинакового материала. При этом диаметр первой лески в два раза меньше, чем у второй, а длина — в два раза больше. Под весом прикреплённого к концу лески груза первая леска растянулась на 4 мм (что значительно меньше её длины). Какой будет величина деформации второй лески, если на ней подвесить тот же груз?

1000 г'0

**ЗАДАЧА.** Небольшой груз массы  $m$  лежит неподвижно на горизонтальной платформе, которую вытягивают из-под него. Его удерживают на месте два отрезка одной лёгкой нерастяжимой нити (см. рисунок). Найти силы натяжения обоих отрезков. Вторые концы отрезков нити закреплены на стене таким образом, что при нахождении груза на платформе они натягиваются одновременно, составляя при этом с горизонталью углы  $60^\circ$  и  $45^\circ$ . Коэффициент трения между грузом и платформой  $\mu = 0,5$ . Ускорение свободного падения  $g$ .



$$\frac{mg}{\sin 60^\circ} = T_1, \frac{mg}{\sin 45^\circ} = T_2$$

## Задание 2

**ВОПРОС.** При каких условиях для некоторого газа можно использовать уравнение Менделеева — Клапейрона?

**ЗАДАЧА.** В вертикальном гладком цилиндре с площадью сечения  $S = 4 \text{ см}^2$  под поршнем массой  $M = 800 \text{ г}$  находится газ. При увеличении абсолютной температуры газа в  $n = 1,5$  раза поршень поднимается вверх и упирается в уступы. При этом объём газа по сравнению с первоначальным увеличивается в  $k = 1,2$  раза. Определить силу, с которой поршень давит на уступы. Атмосферное давление  $p_0 \approx 100 \text{ кПа}$ , ускорение свободного падения  $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ .

$$N \approx (Mg + S p_0) \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

## Задание 3

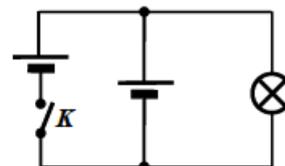
**ВОПРОС.** Как вычисляется мощность, потребляемая нелинейным элементом цепи постоянного тока (то есть элементом, для которого не выполняется закон Ома)?

$$P = I \cdot U$$

ЗАДАЧА. В схеме, показанной на рисунке, оба источника одинаковы. Лампа является нелинейным элементом: её вольт-амперная характеристика (связь протекающего тока с напряжением) описывается выражением

$$I(U) = \frac{2}{r} \sqrt{\frac{\mathcal{E}U}{3}},$$

где  $r$  — внутреннее сопротивление, а  $\mathcal{E}$  — величина ЭДС каждого источника. Пока ключ  $K$  разомкнут, лампа потребляет мощность  $P_1 = 6$  Вт. Какой станет потребляемая лампой мощность после замыкания ключа?



$$P_2 = P_1 \left( 2\sqrt{13} - 5 \right) \approx 13,3 \text{ Вт}$$

#### Задание 4

ВОПРОС. Луч света падает на тонкую собирающую линзу под углом  $\alpha = 0,1$  рад к главной оптической оси в точке, находящейся на расстоянии  $x = 0,05F$  от этой оси ( $F$  — фокусное расстояние). Под каким углом к оси пойдёт преломлённый луч?

$$\beta = \alpha + \frac{x}{F} = 0,15 \text{ рад}$$

ЗАДАЧА. В отверстие радиусом  $R = 2$  см в тонкой непрозрачной перегородке вставлена собирающая линза. Точечный источник света расположен на главной оптической оси линзы. По другую сторону относительно перегородки находится экран. Экран, соприкасающийся вначале с линзой, отодвигают от линзы. При этом радиус светлого пятна на экране плавно увеличивается и на расстоянии  $L = 18$  см от перегородки достигает значения  $r = 3$  см. Если линзу убрать, оставив экран на месте, то радиус пятна на экране станет  $r' = 4$  см. Определите фокусное расстояние линзы.

$$F = \frac{r'r}{R(L-r)} = 36 \text{ см}$$