

# Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2019 год

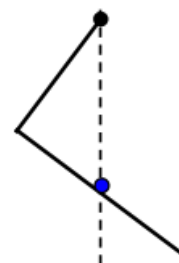
Билет 1 (Челябинск)

## Задание 1

**ВОПРОС.** Кубик массы  $m$  покоится на очень шероховатой ( $\mu \approx 1$ ) горизонтальной поверхности. При помощи какой минимальной силы его можно заставить начать вращение вокруг одного из своих горизонтальных ребер? Ускорение свободного падения равно  $g$ .

$$\frac{z^{\wedge}z}{b^{\wedge}u} = \text{цпш} \mathcal{A}$$

**ЗАДАЧА.** Уголок, изготовленный из однородной проволоки, имеет два перпендикулярных «плеча» с длинами  $l_1 \equiv a = 20$  см и  $l_2 = \frac{3}{2}a = 30$  см. Его повесили за конец короткого плеча на шарнирном подвесе (который позволяет ему свободно вращаться в вертикальной плоскости вдоль стенки, не касаясь ее). Затем в стену на одной вертикали с подвесом вбили горизонтально гладкий гвоздь — так, что теперь уголок опирается на гвоздь серединой длинного плеча. Во сколько раз и как изменилась из-за появления гвоздя величина силы, с которой уголок действует на подвес?



$$\text{взвз} \mathcal{E} \mathcal{I} \mathcal{I} \approx \frac{25}{68} \mathcal{E}$$

## Задание 2

**ВОПРОС.** Как связаны между собой изменение внутренней энергии одноатомного идеального газа и полученное им количество теплоты в изобарном процессе?

$$\Delta \nabla \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{S}} = \mathcal{D}$$

**ЗАДАЧА.**  $\nu = 2$  моля одноатомного идеального газа находится в теплоизолирующем вертикальном цилиндре с подвижным поршнем площадью  $S$  и массой  $m$ . Дно цилиндра равномерно заряжено зарядом  $q$ , а поршень — зарядом  $(-q)$ . Расстояние между дном сосуда и поршнем намного меньше диаметра цилиндра. Газ медленно получает от нагревателя количество теплоты  $Q$ . На какое расстояние при этом сдвинется поршень? Считайте, что электрическое поле остается однородным, трения нет. Диэлектрическая проницаемость газа равна единице, электрическая постоянная  $\varepsilon_0$ , ускорение свободного падения  $g$ , давление над поршнем равно  $p_0$ .

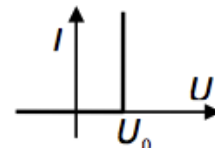
$$\frac{(S^{\wedge}u + z^{\wedge}S^{\wedge}d)^{\wedge}z + z^{\wedge}b}{S^{\wedge} \mathcal{D}^{\wedge} \mathcal{E}} \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{I}} = \mathcal{I} \nabla$$

### Задание 3

ВОПРОС. Допустим, что для некоторого элемента цепи связь тока с приложенным напряжением дается уравнением  $I = f(U)$ , где  $f$  — известная функция. Как нужно рассчитывать мощность, которую будет потреблять этот элемент при подключении к клеммам источника с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$ ?

$$(n)f \cdot \mathcal{E} = \mathcal{P}$$

ЗАДАЧА. К источнику постоянной ЭДС подключают гирлянду из последовательно соединенных резистора и  $n$  одинаковых светодиодов, вольт-амперная характеристика которых показана на рисунке ( $U_0 = 1$  В). Если включить в гирлянду  $n_1 = 10$  светодиодов, то полная потребляемая ими мощность составит  $P_1 = 175$  Вт, если включить  $n_2 = 28$  светодиодов, то  $P_2 = 238$  Вт. Определите «оптимальное» число светодиодов, при котором потребляемая мощность максимальна, а сила тока через каждый из светодиодов — минимальна (из возможных при этой мощности). Найти максимальную потребляемую мощность. Чему равна ЭДС источника?



$$n_{\text{опт}} = 23; P_{\text{max}} = 253 \text{ Вт}; \mathcal{E} = 45 \text{ В}$$

### Задание 4

ВОПРОС. При выполнении каких условий линзу можно считать «тонкой»?

ЗАДАЧА. Предмет и его прямое изображение располагаются на оси тонкой линзы перпендикулярно этой оси и симметрично относительно одного из фокусов линзы. Расстояние между предметом и изображением  $l = 20$  см. Чему может равняться фокусное расстояние линзы?

$$F = \pm \frac{(\sqrt{2+1})l}{2} \approx \pm 24,14 \text{ см}$$