

# Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2021 год

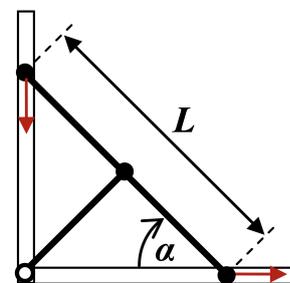
## Билет 3

### Задание 1

**ВОПРОС.** Жёсткий стержень движется в плоскости. В некоторый момент времени скорость одного из его концов равна  $0,5$  м/с и направлена вдоль стержня. В тот же момент времени скорость другого конца стержня равна  $1$  м/с. Под каким углом к стержню направлена эта скорость?

09

**ЗАДАЧА.** Три одинаковых массивных шарика прикреплены к концам и к середине лёгкого жёсткого стержня длиной  $L = 80$  см. Крайние шарики могут скользить по вертикальной и горизонтальной направляющим (см. рис.). Средний шарик шарнирно соединен с лёгким жёстким стержнем вдвое меньшей длины, второй конец которого шарнирно прикреплен к перекрестью направляющих. Изначально стержень располагают вертикально, а затем отпускают без начальной скорости. Трения нигде нет, крайние шарики не отрываются от направляющих и не застревают в них. Найдите скорость и ускорение нижнего шарика в тот момент, когда длинный стержень будет наклонён под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Ускорение свободного падения  $g \approx 10$  м/с<sup>2</sup>.



$$v = \frac{L}{2} \omega \sin \alpha \approx \frac{L}{2} \omega \sin 60^\circ = \frac{L}{2} \omega \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} L \omega = a$$

### Задание 2

**ВОПРОС.** Одноатомный идеальный газ в процессе с уравнением  $p = \alpha V$  ( $\alpha = \text{const}$ ) совершил работу  $1$  кДж. Количество газа не изменялось. На сколько изменилась его внутренняя энергия?

$$\Delta U = \nu \varepsilon = \nu \Delta \varepsilon = \nu \Delta \left( \frac{3}{2} pV \right) = \frac{3}{2} \nu \Delta (pV) = \frac{3}{2} \nu \Delta W = 1,5 \text{ кДж}$$

**ЗАДАЧА.** Рабочим телом тепловой машины является постоянное количество гелия, цикл которого состоит из двух изотерм и двух процессов, в которых давление изменяется прямо пропорционально объёму. Известно, что максимальная абсолютная температура в цикле в  $n = 2$  раза больше минимальной, и что работа гелия в процессе изотермического расширения  $k = 2$  раза больше работы над гелием при сжатии в процессе, в котором давление пропорционально объёму. Найдите КПД цикла.

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{(p_1 V_1 - p_2 V_2) - (p_3 V_3 - p_4 V_4)}{p_1 V_1 - p_2 V_2} = \frac{(p_1 V_1 - p_2 V_2) - (p_1 V_1 - p_2 V_2) \frac{1}{n}}{p_1 V_1 - p_2 V_2} = \frac{n-1}{n} = \frac{2-1}{2} = 0,5$$

### Задание 3

ВОПРОС. Металлический цилиндр радиусом 20 см и высотой 40 см помещён в постоянное однородное электрическое поле с напряжённостью 60 В/м так, что его ось параллельна силовым линиям. Чему равна разность потенциалов центров оснований цилиндра?

0

ЗАДАЧА. Три одинаковых проводящих цилиндра закреплены вдали от других тел так, что их оси параллельны друг другу. Расстояние между любой парой осей одно и то же (больше диаметра цилиндров), и все «верхние» (а также, естественно, «нижние») основания находятся в одной плоскости. На два цилиндра (№1 и №2) нанесён одинаковый заряд, а цилиндр №3 не заряжен. Идеальный вольтметр, подключенный к цилиндрам №1 и №3, показывает напряжение  $U = 40$  В. Когда цилиндр №3 заземлили, показания вольтметра стали равны  $U' = 60$  В. Затем цилиндр №3 отсоединили от «земли», и заземлили цилиндр №2, а потом отсоединили от «земли» цилиндр №2 и заземлили цилиндр №1. Найдите показания вольтметра в конечном состоянии системы. Влиянием вольтметра и соединительных проводов на заряды и потенциалы цилиндров можно пренебречь.

$$U = 40 \text{ В}$$

### Задание 4

ВОПРОС. Тонкие линзы. Связь оптической силы и фокусного расстояния линзы.

ЗАДАЧА. Предмет и его прямое изображение расположено симметрично относительно ближнего к предмету фокуса линзы. Расстояние от предмета до этого фокуса линзы  $d = 15$  см. Найдите возможные значения оптической силы линзы.

$$d = 15 \text{ см}$$