

# Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2019 год

Билет 7 (Москва)

## Задание 1

ВОПРОС. Суммарная кинетическая энергия двух тел одинаковой массы в результате абсолютно неупругого соударения уменьшилась ровно в два раза. Каким был угол между векторами скоростей тел до соударения?

$$\alpha = \arccos \frac{1}{2}$$

ЗАДАЧА. При взрыве снаряда, летевшего вертикально, в механическую энергию была преобразована часть энергии заряда, в 10 раз превосходящая кинетическую энергию снаряда перед взрывом. В результате взрыва снаряд раскололся на три осколка. На долю двух осколков — с массами  $m_1 = 0,5$  кг и  $m_2 = 3$  кг — пришлась 50% и 25% общей кинетической энергии соответственно, причем угол разлета этих осколков составил  $90^\circ$ . Третий осколок полетел в горизонтальном направлении. Пренебрегая массой пороховых газов, найти массу третьего осколка.

$$m_3 = \frac{1}{2} \sqrt{m_1^2 + m_2^2} = 1,5 \text{ кг}$$

## Задание 2

ВОПРОС. Чему равна работа массы  $m$  идеального газа в процессе, уравнение которого в координатах плотность—давление имеет вид  $p(\rho) = p_0 \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right)$ , а плотность изменяется от  $3\rho_0$  до  $2\rho_0$ ? Константы  $\rho_0$  и  $p_0$  считать известными.

$$A_{12} = \frac{7}{2} p_0 m$$

ЗАДАЧА. Над постоянным количеством идеального газа производят циклический процесс, состоящий из двух изохор и двух изотерм. Работа в этом цикле положительна и она в  $k = 2$  раза меньше, чем количество теплоты, полученное газом в процессе изохорного нагревания. Абсолютная температура «более горячей» изотермы в  $n = 1,6$  раза выше, чем температура «более холодной». Пусть этот процесс — цикл рабочего тела тепловой машины. Чему равен КПД этого цикла?

$$\eta = \frac{k(n-1)}{n-1+k} = \frac{2}{3} \approx 0,214$$

## Задание 3

ВОПРОС. Как вычисляется потенциальная энергия электростатического взаимодействия системы точечных зарядов? Найдите максимальную кинетическую энергию каждого из двух тел одинаковой массы, с одинаковым зарядом  $q$ , отпущенных без начальной скорости с расстояния  $l$  в пустом пространстве? Электрическая постоянная равна  $\varepsilon_0$ .

$$U_{12} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 l} : E_{\text{max}} = \frac{1}{2} \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 l}$$

ЗАДАЧА. Три одинаковых небольших тела массой  $m$  с зарядом  $q$  каждое удерживают на горизонтальной плоскости в вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a$ . Какое расстояние  $s$  пройдет каждое из тел, если их отпустить? Какую максимальную скорость  $u$  приобретут тела в процессе движения? Коэффициент трения тел о плоскость равен  $\mu$ . Электрическая постоянная равна  $\epsilon_0$ .

$$0 = n \text{ и } 0 = s \text{ и инерция кэпчигор иди } \frac{q^2 b m^0 \epsilon_0 \mu \nu}{\epsilon^b \epsilon \wedge} > n \text{ иди } \frac{m v^0 \epsilon_0 \mu \nu}{\epsilon^b} \wedge = n, \frac{\epsilon \wedge}{\nu} - \frac{v b m m^0 \epsilon_0 \mu \nu}{\epsilon^b} = s$$

## Задание 4

ВОПРОС. Опишите явление полного внутреннего отражения.

ЗАДАЧА. Точечный источник света расположен перед торцом длинного стеклянного цилиндрического световода с показателем преломления  $n$ . Источник расположен на оси цилиндра. Чему равен угол  $\delta$  между крайними лучами конического светового пучка, выходящего из противоположного торца световода?

$$\epsilon \wedge \leq u \text{ иди } \text{„}01 \text{ я жэиг} \delta \text{ и } \epsilon \wedge > u \text{ иди } \left( 1 - \epsilon u \wedge \right) \text{ иди } \delta = 2 \arcsin \left( \frac{u}{\epsilon \wedge} \right)$$