

# Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2016 год

## Билет 3 (Барнаул)

Каждое из четырёх заданий содержит вопрос (5 баллов) и задачу (20 баллов). Для получения диплома нужно было набрать от 77 баллов.

### Задание 1

**ВОПРОС.** В некоторый момент времени величины скоростей двух концов недеформируемого стержня, совершающего движение в плоскости, оказались равны. Как в этот момент времени может двигаться центр этого стержня? Опишите все возможные варианты.

**ЗАДАЧА.** Равносторонний треугольник  $ABC$ , вырезанный из плоского однородного листа жести, скользит по гладкой горизонтальной поверхности. В некоторый момент времени величины скоростей двух его вершин ( $A$  и  $B$ ) оказались равны друг другу, а величина скорости третьей вершины ( $C$ ) — в два раза меньше их скоростей. Найти расстояние, на которое сместится центр треугольника за время одного полного оборота треугольника вокруг вертикальной оси. Длина стороны треугольника равна  $a$ .

$$\frac{\varepsilon \wedge}{v \wedge} = s$$

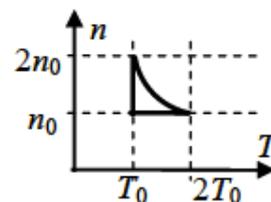
### Задание 2

**ВОПРОС.** У какого процесса с идеальным газом диаграмма процесса в координатах «полученное газом количество теплоты — совершенная им работа» описывается соотношением

$$Q = Q_0 + A - A_0$$

( $Q_0, A_0$  — начальные значения для данного процесса)? Как в таком процессе вычислить работу газа через параметры начального и конечного состояния?

**ЗАДАЧА.** Постоянное количество гелия является рабочим телом тепловой машины, цикл которой в координатах «концентрация молекул — температура» показан на рисунке. Найти максимальный КПД этой тепловой машины (т. е. в пренебрежении всеми потерями, кроме передачи тепла холодильнику). Криволинейный участок диаграммы — гипербола  $nT = \text{const}$ .

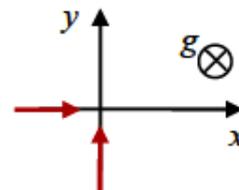


$$\varepsilon_{\text{т}} \approx (\varepsilon_{\text{ч}} - 1) \frac{\varepsilon}{\varepsilon} = \eta$$

### Задание 3

**ВОПРОС.** Определите условия, при выполнении которых заряженная частица в однородном магнитном поле при наличии ещё и постоянной силы другой природы может двигаться равномерно и прямолинейно (такое движение называют «дрейфовым»).

ЗАДАЧА. Электростатическая пушка «выстреливает» наночастицы с удельным зарядом  $\beta = +5 \cdot 10^{-5}$  Кл/кг со скоростью  $v = 3500$  м/с. Выстрелы производились горизонтально в вакуумированном пространстве, в котором было создано магнитное поле, линии индукции которого также горизонтальны. Оказалось, что существуют два взаимно перпендикулярных направления, в которых наночастицы двигаются после выстрела прямолинейно. Связав с этими направлениями систему координат, найдите направление и величину индукции магнитного поля. Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

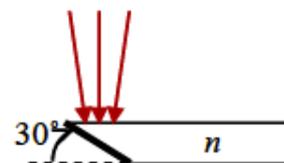


$$B \approx \frac{ag}{\beta v} = 8,8 \text{ Тл}$$

### Задание 4

ВОПРОС. Сформулируйте закон преломления света. При каких условиях он применим?

ЗАДАЧА. Плоскопараллельная пластина, изготовленная из прозрачного материала с показателем преломления  $n = \sqrt{2} \approx 1,41$ , срезана с одной стороны под углом  $30^\circ$ , и срез покрыт хорошо отражающим слоем. Узкие пучки параллельных световых лучей, излучаемые лазером, направляются на пластину в плоскости, перпендикулярной ребру среза, таким образом, что они отражаются от среза. При каких углах падения эти пучки попадут на край пластины, противоположный срезу, с интенсивностью, близкой к исходной? Размеры пластины очень значительно превышают её толщину.



$$\theta > \arcsin \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 71,5^\circ$$