

# Московская олимпиада школьников по физике

10 класс, первый тур, 2018 год

ЗАДАЧА 1. По поверхности стоящего неподвижно небольшого школьного глобуса радиусом  $R = 9$  см бежит маленький таракан с постоянной по модулю скоростью  $V = 3$  см/с. По отношению к разметке глобуса его скорость все время направлена на северо-восток. Каково по модулю ускорение таракана в тот момент, когда он наступает на кружочек, соответствующий положению Санкт-Петербурга ( $\varphi = 60^\circ$  северной широты)? Глобус не вращается.

$$\frac{v^2}{R \cos \varphi} \approx \frac{v}{R} \frac{R}{v} = v$$

ЗАДАЧА 2. Через шершавый цилиндрический шкив радиусом  $R$  с горизонтальной осью вращения была перекинута длинная невесомая и нерастяжимая верёвка, к концам которой прикреплены грузы массами  $m$  и  $5m$ . Шкив, приводимый в движение электромотором, равномерно вращался с угловой скоростью  $\omega$ , и грузы висели на одном уровне, не смещаясь по вертикали. В момент времени  $t = 0$  направление вращения шкива быстро изменилось на противоположное.

- 1) Какую мощность развивал электромотор до смены направления вращения шкива?
- 2) С какими по модулю ускорениями сразу после смены направления вращения двигались грузы?
- 3) Как модули ускорений грузов зависели от времени после смены направления вращения шкива?

*Примечание:* отношение модулей сил натяжения лёгкой верёвки по разные стороны от шкива зависит только от коэффициента трения между шкивом и верёвкой.

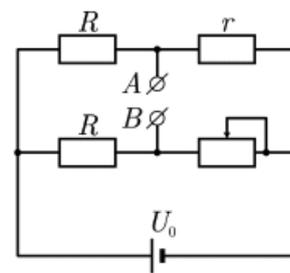
$$\left. \begin{array}{l} \text{если } t \leq \frac{12g}{13\omega R}, \\ \text{если } 0 < t < \frac{13g}{12\omega R}, \end{array} \right\} = v \left( \frac{13}{12}g; \frac{13}{12}g \right) = N \quad (1)$$

ЗАДАЧА 3. В цилиндрическом сосуде с площадью основания  $S$  находится  $\nu$  молей идеально-го одноатомного газа, отделённого от окружающей среды невесомым поршнем. Коэффициент трения между поршнем и стенками сосуда равен  $\mu$ . В начальном состоянии газ имеет объём  $V_0$ , температуру  $T_0$  и давление, равное давлению окружающей среды. При медленном нагревании газа поршень начинает смещаться, когда температура газа возрастает до значения  $1,2T_0$ . После достижения температуры  $2T_0$  нагрев прекращают, и газ остывает до исходной температуры  $T_0$ . Найдите

- 1) конечный объём газа;
- 2) количество теплоты, которое было подведено к газу в процессе его нагревания;
- 3) модуль силы реакции, действующей со стороны стенок сосуда на поршень.

$$\frac{0,1 \nu g}{S} = N \left( \frac{0,1 \nu g}{S}; \frac{0,1 \nu g}{S} \right) = x \quad (1)$$

ЗАДАЧА 4. В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, сопротивления постоянных резисторов не известны, а сопротивление переменного резистора может изменяться в широком диапазоне — от нуля до значений, значительно превосходящих сопротивления других резисторов. Батарейка идеальная. Между контактами  $A$  и  $B$  сначала подключают идеальный вольтметр, который не только измеряет напряжение (напряжение холостого хода), но и показывает его полярность. Затем вольтметр отключают и подключают вместо него идеальный амперметр, измеряющий силу тока (ток короткого замыкания) и показывающий его направление. Такие же измерения проводят при разных значениях сопротивления переменного резистора — от очень маленьких до очень больших. В результате измерений обнаружилось, что значения напряжений холостого хода лежат в интервале от  $-2$  В до  $+4$  В, а значения тока короткого замыкания от  $-30$  мА до  $+15$  мА. При этом отрицательным токам соответствуют отрицательные напряжения, а положительным — положительные. Определите по этим данным сопротивления  $r$  и  $R$  резисторов и напряжение  $U_0$  батарейки.



$$R = 200 \text{ Ом}, r = 100 \text{ Ом}, U_0 = 6 \text{ В}$$

ЗАДАЧА 5. Два одинаковых проводящих кубика с общей осью  $OO'$  расположены таким образом, что ребра  $AD$  и  $A'D'$  составляют угол  $\pi/4$  друг с другом (см. рисунок). Нижнему и верхнему кубикам сообщены заряды  $+3q$  и  $-q$  соответственно, при этом разность потенциалов кубиков равна  $\Delta\varphi$ . Кубики соединяют тонким проводником.

- 1) Какой заряд и в каком направлении протечёт по этому проводнику?
- 2) Какое количество теплоты при этом выделится?
- 3) Чему будет равна разность потенциалов кубиков, если их зарядить, сообщив им заряды  $+q$  и  $-q$ ?

$$1) \Delta\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$

