

РЕШЕНИЯ

муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по физике

в Кировской области
в 2024/2025 учебном году

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ XI КЛАССА

11.1. «Запуск». Определим время полёта снаряда t_1 из уравнения движения:
 $0 = ut - \frac{gt^2}{2}$, $t_1 = \frac{2u}{g} = \frac{2 \cdot 100}{10} = 20$ (с) (2 балла). Тогда смещение снаряда по горизонтали составит расстояние $S_1 = vt_1 = \frac{2uv}{g} = 400$ (м) (2 балла).

После запуска снаряда пушка останавливается через $t_2 = \frac{v}{a} = \frac{20}{5} = 4$ (с) (2 балла),
преодолев расстояние $S_2 = vt_2 - \frac{at_2^2}{2} = 40$ (м) (2 балла). Тогда расстояние между упавшим снарядом и пушкой составит $S_1 - S_2 = 360$ (м) (2 балла).

11.2. «Система грузов». 1) Груз m_1 может двигаться с максимальным ускорением μg (2 балла).

2) Система придёт в движение, если $m_2 g > \mu(m_1 + M)g$ (1 балл), откуда
 $\mu < \frac{m_2}{M + m_1}$ (2 балла).

3) Согласно второму закону Ньютона, ускорение груза m_2 равно $g \frac{m_2 - \mu(m_1 + M)}{m_1 + m_2 + M}$
(2 балла). С учётом результата 1), найденное ускорение не может быть более величины μg , поэтому $\frac{m_2 - \mu(m_1 + M)}{m_1 + m_2 + M} < \mu$ (1 балл), откуда $\mu > \frac{m_2}{2(M + m_1) + m_2}$ (2 балла).

11.3. «Газовый процесс». 1) Так как $U = 3\nu RT/2$, то процесс 1–2 – изотермический (1 балл). Согласно закону Бойля – Мариотта, объём газа при этом уменьшается и над ним совершается положительная работа A' (или самим газом совершается отрицательная работа A) (1 балл). По первому закону термодинамики $Q = A + \Delta U$ (1 балл); так как $\Delta U = 0$, а $A < 0$, то $Q < 0$, т. е. в процессе 1–2 отдаёт положительное количество теплоты (1 балл).

В процессе 2–3 давление пропорционально температуре, следовательно, процесс – изохорный и работа при этом не совершается (1 балл). Поскольку внутренняя энергия растёт, то в процессе 2–3 газ получает положительное количество теплоты (1 балл).

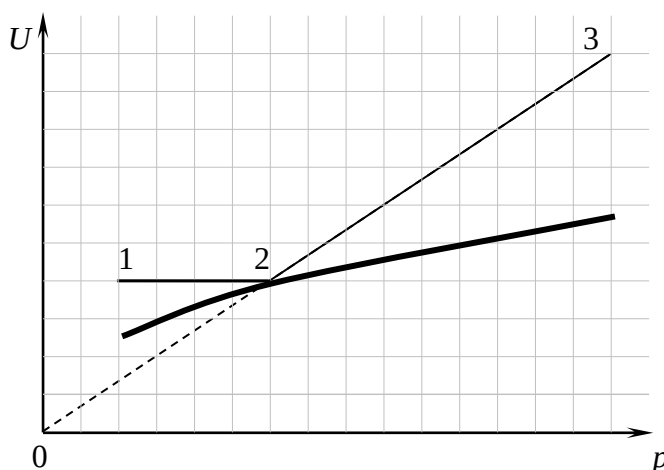


Рис. 11.5

2) Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева $V = \alpha U/p$, где $\alpha = \text{const}$ (1 балл). Подставляя это выражение в уравнение адиабаты, получаем: $U = \text{const} \cdot p^{\frac{5/3-1}{5/3}} = \text{const} \cdot p^{2/5}$ (1 балл). График изображён на рис. 11.5 (2 балла).

11.4. «Игры с ключом». 1) Наибольшая сила тока будет протекать по цепи в момент замыкания ключа, когда конденсаторы ещё не заряжены (1 балл). Из закона Ома для полной цепи величина тока в цепи и на конденсаторе $2C$ равна $I_1 = \frac{\varepsilon}{r}$ (2 балла).

2) В процессе зарядки конденсаторов на каждом из них установится заряд $q_1 = \varepsilon \cdot C_{\text{общ}}$ (1 балл), где $C_{\text{общ}} = \frac{6}{11}C$ (1 балл). После закорачивания конденсатора $3C$ проводником, суммарная ёмкость заряженных конденсаторов станет равной $\frac{2}{3}C$

(1 балл), а общее напряжение на них (при разомкнутом ключе!) $\frac{q_1}{2C/3} = \frac{9}{11}\varepsilon$ (1 балл).

Максимальный ток будет протекать также сразу после замыкания ключа и его вели-

чина будет равна $I_2 = \frac{\varepsilon - \frac{9}{11}\varepsilon}{r} = \frac{2\varepsilon}{11r}$ (1 балл).

3) Суммарный заряд, прошедший через источник тока, численно равен величине конечного заряда на одной из обкладок конденсатора C (или $2C$) (1 балл):

$q_2 = \varepsilon \cdot \frac{2}{3}C$ (1 балл).

11.5. «Максимальный выигрыш». 1) Очевидно, что мощность максимальна, если плоскость панели перпендикулярна солнечному лучу (2 балла). Если это не так, то падающая мощность равна $JScos\theta$, где J и S – константы, а θ – угол между лучом и нормалью к панели (2 балла). Таким образом, $\alpha = 90^\circ - \varphi = 33^\circ$ (1 балл).

2) *Геометрическое решение.* Из построения (рис. 11.6) видно, что длина тени максимальна, если крайний луч проходит по касательной к окружности, описываемой верхней точкой панели при изменении угла наклона (1 балл). Таким образом $\beta = 90^\circ - \varphi = 33^\circ$ (2 балла).

2') *Физическое решение (оценивается, если отсутствует или неверно геометрическое решение!)* Площадь и, стало быть, длина тени пропорциональна энергии излучения, не доходящей до Земли, т. е. поглощаемой панелью (1 балл). Отсюда следует, что $\beta = \alpha = 90^\circ - \varphi = 33^\circ$ (2 балла).

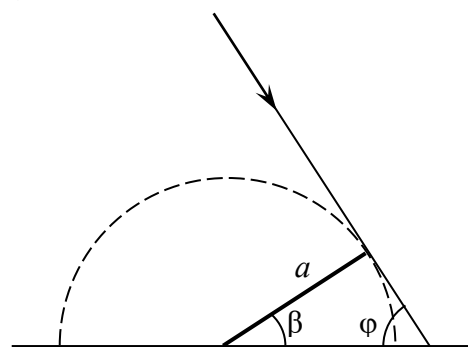


Рис. 11.6

3) Максимальная длина тени $l_{\max} = a/\sin\varphi = 500$ мм (2 балла).

11.6. «Катушка с проводом». 1) График зависимости сопротивления оставшегося на катушке провода R от времени t показан на рис. 11.7 (2 балла; при отсутствии подписи хотя бы одной из осей координат, масштаба, хотя бы одной единицы измерения, одной и более контрольных точек на графике точек ставится 1 балл).

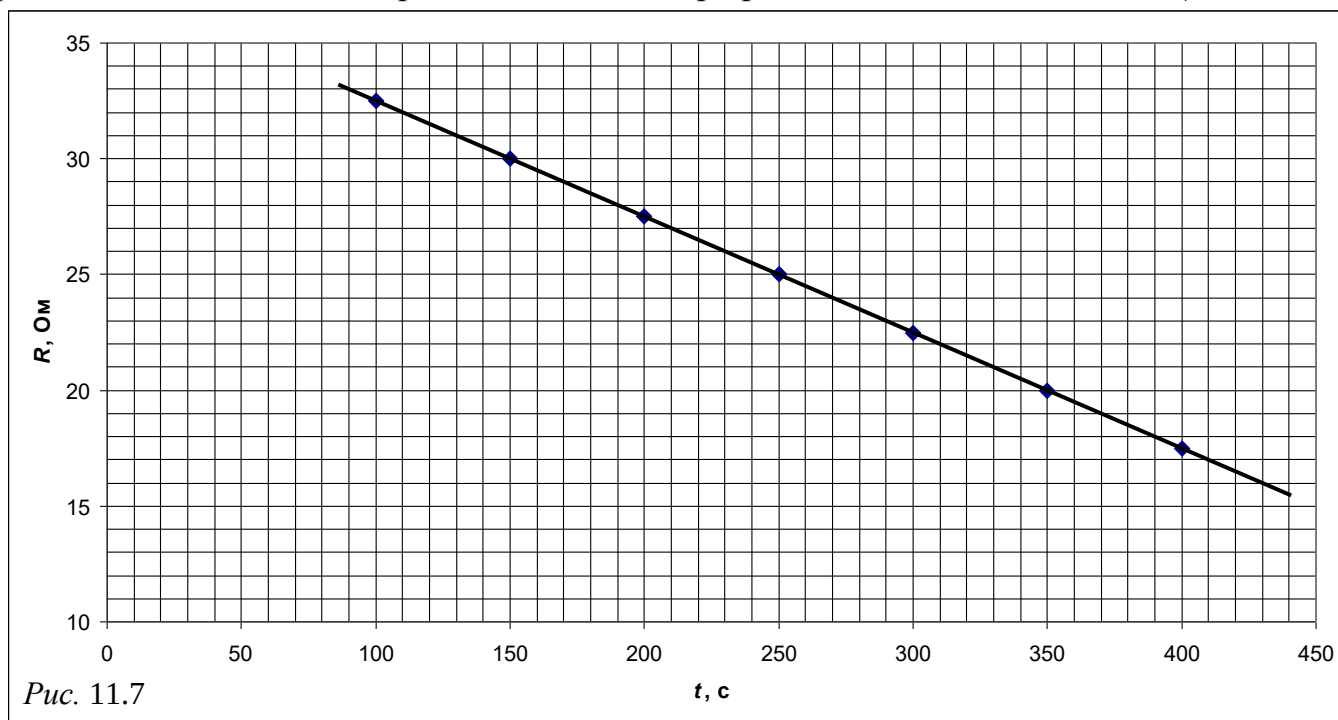


Рис. 11.7

2) Зависимость R от t изображается прямой линией (1 балл). Из графика можно получить уравнение зависимости сопротивления оставшегося на катушке провода R от времени t : $R(t) = 37,5 - 0,05t$ (в единицах СИ). С учётом полученной формулы начальное сопротивление провода равно $R_0 = 37,5$ Ом (2 балла), а весь провод будет размотан спустя время $t_0 = 750$ с (2 балла).

3) Сопротивление проводника можно найти по формуле $R = \rho l / S$, поэтому сопротивление размотанной части провода длиной $l = 500$ м равно $R_1 = 1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 500 / (2,5 \cdot 10^{-6}) = 3,4$ Ом (1 балл). Сопротивление оставшегося провода $R_2 = R_0 - R_1 = 34,1$ Ом (1 балл). С учётом зависимости сопротивления провода от времени длина размотанной части провода будет равна $l = 500$ м спустя время $t_1 = 68$ с (1 балл).