

Физика. 10 класс
1 вариант
Критерии оценивания

Задача 1. 30 баллов

1 Получена начальная скорость $v_0 = (g_M R_M^2 / R)^{1/2} = R_M \sqrt{\frac{g_M}{R_M + h}}$ (1) 5 баллов

2 Записаны уравнения для сохранения энергии и момента импульса ракеты:

$$M v_A^2 / 2 - G M M_M / R = M v_B^2 / 2 - G M M_M / R_M \quad (2) \quad 3 \text{ балла}$$

$$M v_A R = M v_B R_M \quad (3). \quad 2 \text{ балла}$$

3 Получена скорость в точке А: $v_A = \sqrt{2G \frac{M_M R_M}{R(R+R_M)}} = v_0 \sqrt{\frac{2R_M}{(R+R_M)}}$ 5 баллов

4 Получено, изменение скорости ракеты Δv в точке А:

$$\Delta v = v_0 - v_A = v_0 \left(1 - \sqrt{\frac{2R_M}{R+R_M}} \right) = v_0 \left(1 - \sqrt{\frac{2R_M}{2R_M + h}} \right) = 24 \text{ м/с}. \quad 5 \text{ баллов}$$

5 Записано уравнение закона сохранения импульса $(M - m)\Delta v = m u$. 5 баллов

6 Найдена масса $m \cong \Delta v M / u = 29 \text{ кг}$ 5 баллов

Задача 2. 15 баллов

1 Записан закон Бойля — Мариотта: $p_0 v = (p_0 + \rho g H)(v - \Delta v)$. 5 баллов

2 Посчитано уменьшение объёма тела на величину $\Delta v = V - m/\rho = 0.2 \text{ мл}$ 3 балла

3 Посчитан объём воздуха в теле лягушки: $v - \Delta v = 2.3 \text{ мл}$. 2 балла

4 Посчитана глубина $H = p_0 \Delta v / (\rho g (v - \Delta v)) \leq 87 \text{ см}$. 5 баллов

Задача 3. 20 баллов

1 Записаны законы Ома для полной цепи:

$$E = I(r + R), \quad 3 \text{ балла.}$$

$$E = (3 I / 4) (r + R + x), \quad 3 \text{ балла}$$

$$E = (6 I / 5) (r + R x / (R + x)), \quad 3 \text{ балла}$$

2 Получено уравнение $x^2 + R x - 2 R^2 = 0$ относительно x . 6 баллов

3 Найдено, что $x = R$ 5 баллов

Задача 4. 20 баллов

- 1 Получены компоненты скоростей: $v_1 = v \sin \alpha$ $v_2 = v \cos \alpha$. 2 балла
- 2 Получены время для двух движений: 2 балла
- с одной стороны: $T = \frac{d}{v_2} = \frac{d}{v \cos \alpha}$ 2 балла
- с другой стороны: $T = \frac{L}{v_1} = \frac{2\pi r N}{v \sin \alpha}$ 2 балла
- 3 Получен радиус круговой траектории $r = \frac{d \sin \alpha}{2\pi N \cos \alpha}$. 2 балла
- 4 Записан закон Ньютона с учетом силы Лоренца и центростремительной силы. 3 балла
- 5 Записан закон сохранения энергии $\frac{m_e v^2}{2} = eU$ и найдена скорость $v = \sqrt{\frac{2Ue}{m_e}}$ 3 балла
- 6 Учтено, что при $B < 0,013$ Т, $N=1$ 2 балла
- 7 Найдена магнитная индукция $B = N \cdot 6,70 \cdot 10^{-3} = 6,70 \cdot 10^{-3}$. 2 балла

Задача 5. 15 баллов

- 1 Отмечены на рисунке все необходимые углы и расстояния. Дано объяснение явлению (появление эллипсов). 5 баллов.
- 2 Записано, что $b = L\beta$ и $H = L \sin \alpha$. 3 балла
- 3 Получено $H = b^2/\beta \alpha = 9,7$ м 2 балла
- 4 Записано, что $a = b/\sin \alpha$. $\sin \alpha = b/a = 0,75$, 3 балла
- 5 Получено $a = 49^\circ$. 2 балла

Физика. 10 класс
2 вариант
Критерии оценивания

Задача 1 30 баллов

- 1 Получена начальная скорость
 $v_0 = (g_M R_M^2 / R)^{1/2} = R_M \sqrt{\frac{g_M}{R_M + h}} \quad (1)$ 5 баллов
- 2 Записаны уравнения для сохранения энергии и момента импульса ракеты:
 $M(v_0^2 + \Delta v^2)/2 - GMM_M/R = Mv_C^2/2 - GMM_M/R_M \quad (2)$ 3 балла
 $Mv_0 R = Mv_C R_M \quad (3)$ 2 балла
- 3 Получена скорость в точке А: $v_A = \sqrt{v_0^2 + \Delta v^2}$ 5 баллов
- 4 Получено, изменение скорости ракеты Δv :
 $\Delta v = \sqrt{g_M \frac{(R - R_M)^2}{R}} \cong h \sqrt{\frac{g_M}{R_M + h}} \cong 97 \text{ м/с}$ 5 баллов
- 5 Записано уравнение закона сохранения импульса $(M - m)\Delta v = mu$ 5 баллов
- 6 Найдена масса $m = \Delta v M / u \cong 116 \text{ кг}$ 5 баллов

Задача 2 15 баллов

- 1 Записан закон Бойля — Мариотта: $p_0 v = (p_0 + \rho g H)(v - \Delta v)$. 5 баллов
- 2 Посчитано уменьшение объёма тела на величину $\Delta v = V - m/\rho = 0.2 \text{ мл}$ 5 баллов
- 3 Посчитана объём воздуха перед прыжком: $v = \Delta v(p_0 + \rho g H)/\rho g H = 2.2 \text{ мл}$ 5 баллов

Задача 3 20 баллов

- 1 Записаны законы Ома для полной цепи:
 $E = I(r + R)$, 3 балла
 $E = (2 I / 3) (r + R + x)$, 3 балла
 $E = (3 I / 2) (r + R x / (R + x))$, 3 балла
- 2 Получено уравнение $2x^2 + 4Rx - 3R^2 = 0$ относительно x . 6 баллов
- 3 Найдено, что $x = (\sqrt{10} - 2) R / 2$ 5 баллов

Задача 4 20 баллов

- 1 Получены компоненты скоростей: $v_1 = v \sin \alpha$ $v_2 = v \cos \alpha$. 2 балла
- 2 Получены время для двух движений:
с одной стороны: $T = \frac{d}{v_2} = \frac{d}{v \cos \alpha}$ 2 балла
с другой стороны: $T = \frac{L}{v_1} = \frac{2\pi N}{v \sin \alpha}$ 2 балла
- $r = \frac{d \sin \alpha}{2\pi N \cos \alpha}$.
- 3 Получен радиус круговой траектории 2 балла
- 4 Записан закон Ньютона с учетом силы Лоренца и центростремительной силы. 3 балла
- 5 Записан закон сохранения энергии $\frac{m_e v^2}{2} = eU$ и найдена скорость $v = \sqrt{\frac{2Ue}{m_e}}$ 3 балла
- 6 Найдена магнитная индукция $B = \frac{2\pi N \cos \alpha}{d} \sqrt{\frac{2Ue}{m_e}} = N \cdot 6,70 \cdot 10^{-3}$, 2 балла
- 7 Найдено, что при $B < 0,015 \text{ Т}$, $N = 2$ 2 балла

Задача 5 15 баллов.

1 Отмечены на рисунке все необходимые углы и расстояния. Дано объяснение явлению (появление пятна, соответствующего форме зеркала) 4 балла

2 Отмечено, что Форма солнечного зайчика повторяет форму зеркала при условии, когда ширина полутени много меньше размеров светлого пятна (т. е. размеров зеркала): $\alpha L \ll d$. Тогда $L \ll d/\alpha = 10\text{ м}$. 3 балла

Во взаимном расположении зеркала и стены отмечены 4 случая:

3 Если плоскости зеркала и стены параллельны, то форма и размер освещенного пятна d_1 совпадают с формой и размером отверстия (зеркала) d : $d_1 = d$. 2 балла

4 Если наклонить нормаль к плоскости зеркала на угол β относительно направления на Солнце, то размер светлого пятна в соответствующем направлении уменьшается: $d_1 = d \cos \beta$. Светлое пятно на стене имеет форму прямоугольника. 2 балла

5 Если наклонить нормаль к стене на угол γ , то размер пятна увеличивается: $d_1 = d / \cos \gamma$. Светлое пятно на стене имеет форму прямоугольника. 2 балла

6 Если одновременно наклонить экран и стену относительно направления лучей в разных плоскостях, то светлое пятно будет иметь форму параллелограмма. 2 балла

Физика. 10 класс
3 вариант
Критерии оценивания

Задача 1 30 баллов

- 1 Получена начальная скорость

$$v_0 = (g_M R_M^2 / R)^{1/2} = R_M \sqrt{\frac{g_M}{R_M + h}} \quad (1)$$
5 баллов
- 2 Записаны уравнения для сохранения энергии и момента импульса ракеты:

$$M(v_0^2 + \Delta v^2)/2 - GMM_M/R = Mv_C^2/2 - GMM_M/R_M \quad (2)$$
3 балла
- $$Mv_0 R = Mv_C R_M \quad (3)$$
2 балла
- 3 Получена скорость в точке А: $v_A = \sqrt{v_0^2 + \Delta v^2}$
5 баллов
- 4 Получено, изменение скорости ракеты Δv :

$$\Delta v = \sqrt{g_M \frac{(R - R_M)^2}{R}} \cong h \sqrt{\frac{g_M}{R_M + h}} \cong 97 \text{ м/с}$$
5 баллов
- 5 Записано уравнение закона сохранения импульса $(M - m)\Delta v = mu$
5 баллов
- 6 Найдена скорость $u = (M - m) \Delta v / m = 11543 \text{ м/с}$
5 баллов

Задача 2

- 2 При погружении на искомую глубину H средняя плотность лягушки должна сравняться с плотностью воды, то есть ее объём должен стать равным m/ρ .
 Уменьшение объёма тела на величину $\Delta v = V - m/\rho$ происходит практически только за счёт сжатия воздуха в теле лягушки (ротовая полость и легкие).
- 3 Подставляя в закон Бойля — Мариотта получаем, что масса лягушки:

$$m = \rho (V - v + p_0 / (p_0 + \rho g H)) = 50,2 \text{ г.}$$
- 1 Записан закон Бойля — Мариотта: $p_0 v = (p_0 + \rho g H)(v - \Delta v)$.
 5 баллов
- 2 Получено уменьшение объёма тела: $\Delta v = V - m/\rho$
5 баллов
- 3 Посчитана масса лягушки: $m = \rho (V - v + p_0 / (p_0 + \rho g H)) = 50,2 \text{ г.}$
5 баллов

Задача 3

- 1 Записаны законы Ома для полной цепи:

$$E = I(r + R),$$
3 балла

$$E = (I/2)(r + R + x),$$
3 балла

$$E = (5I/3)(r + Rx/(R+x)),$$
3 балла
- 2 Получено уравнение $2x^2 + 2Rx - R^2 = 0$ относительно x .
 6 баллов
- 3 Найдено, что $x = (\sqrt{3} - 1) R / 2$
5 баллов

Задача 4 20 баллов

- 1 Получены компоненты скоростей: $v_1 = v \sin \alpha$ $v_2 = v \cos \alpha$.
 2 балла
- 2 Получены время для двух движений:
 2 балла
- с одной стороны: $T = \frac{d}{v_2} = \frac{d}{v \cos \alpha}$
2 балла
- с другой стороны: $T = \frac{L}{v_1} = \frac{2\pi R}{v \sin \alpha}$
2 балла

- 3 Получен радиус круговой траектории $r = \frac{d \sin \alpha}{2\pi N \cos \alpha}$. 2 балла
- 4 Записан закон Ньютона с учетом силы Лоренца и центростремительной силы. 3 балла
- 5 Записан закон сохранения энергии $\frac{m_e v^2}{2} = eU$ и найдена скорость $v = \sqrt{\frac{2Ue}{m_e}}$ 3 балла
- 6 Численно получено $d = \frac{2\pi N \cos \alpha}{B} \sqrt{\frac{2Ue}{m_e}} = \frac{N}{B} \cdot 0.335 \cdot 10^{-3} = 15 \text{ см.}$ 4 балла

Задача 5

Задача 5 15 баллов.

- 1 Отмечены на рисунке все необходимые углы и расстояния. Дано объяснение явлению (появление пятна, соответствующего форме источника) 4 балла
- 2 Отмечено, что форма солнечного зайчика повторяет форму источника при условии, когда ширина полутени много больше размеров светлого пятна (т. е. размеров зеркала): $d' = \alpha L$ Тогда $L = d/\alpha = 10 \text{ м.}$ 3 балла
- Во взаимном расположении зеркала и стены отмечены 2 случая:
- 3 Если стена перпендикулярна оси конуса лучей, то светлое пятно представляет собой круг диаметром $d_1 = \alpha L$ при $d \ll d_1 = \alpha L$ 4 балла
- 4 При наклоне стены на угол γ этот круг превращается в эллипс с большой осью $d_2 = d_1 / \cos \gamma = \alpha L / \cos \gamma$ при $L \gg 100d$. 4 балла