

Муниципальный этап

всероссийской олимпиады школьников по физике в 2023/24 учебном году

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

9 КЛАСС

Задача 1. Шар метеорологического зонда, заполненный гелием, при объеме 3 м^3 поднимает груз массой $M_1 = 1 \text{ кг}$. Какую массу сможет удержать в воздухе этот же шар, если его заполнить гелием до объема 5 м^3 ? Шар считать не растягивающимся и непроницаемым для газов. Плотность воздуха $\rho = 1,28 \text{ кг/м}^3$, плотность гелия $\rho_{\text{г}} = 0,18 \text{ кг/м}^3$. Атмосферное давление считать постоянным.

Возможное решение и критерии оценивания:

- указано, что шар находится в равновесии, если сила Архимеда компенсирует силу тяжести, действующую на массу оболочки шара, массу газа в шаре и груз 2 балла

$$(\rho \cdot g \cdot V = (m + m_{\text{г}} + M) \cdot g)$$

- записана система уравнений 3 балла

$$(\rho \cdot V_1 = (m + m_{\text{г1}} + M_1); \rho \cdot V_2 = (m + m_{\text{г2}} + M_2); m_{\text{г1}} = \rho_{\text{г}} \cdot V_1; m_{\text{г2}} = \rho_{\text{г}} \cdot V_2)$$

- решена система уравнений 3 балла

$$(M_2 = (\rho - \rho_{\text{г}})(V_2 - V_1) + M_1)$$

- верно рассчитана масса M_2 2 балла

$$(M_2 = 3,2 \text{ кг})$$

Задача 2. Космический корабль движется от одного космического тела к другому по прямой. При этом в момент начала данного движения скорость корабля уже была $11,2 \text{ км/с}$, а при приближении к точке назначения его скорость должна быть не выше $2,4 \text{ км/с}$. За какое минимальное время можно совершить перелет, если источник энергии корабля и запас рабочего тела позволяют двигаться с максимальным ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$ в течении 10 суток, а длина траектории движения равна 384 тысяч километров?

Возможное решение и критерии оценивания:

- указано, что минимальное время будет, если аппарат будет сначала время t_1 ускоряться до некоторой максимальной скорости, а потом время t_2 тормозить с максимальным ускорением до скорости $v_{\text{к}}$ 2 балла

- записана система уравнений, описывающих такое движение 3 балла

$$(S_1 = S_1 + S_2; t = t_1 + t_2; S_1 = v_{\text{н}} \cdot t_1 + 0,5 \cdot a \cdot t_1^2; S_2 = v \cdot t_2 - 0,5 \cdot a \cdot t_2^2; v = v_{\text{н}} + a \cdot t_1; v_{\text{к}} = v - a \cdot t_2;)$$

- решена система уравнений, верно определено t 5 баллов

$$(t \approx 51332 \text{ с} \approx 14,26 \text{ ч})$$

Задача 3. Тренер на теннисном корте для юниоров заметил, что если спортсмен стоя на краю поля принимает мяч на высоте 2 м и посылает его параллельно земле, то мяч падает точно на противоположную границу поля. Зная, что длина корта $L = 23,77 \text{ м}$ тренер решил

найти скорость мяча после удара. Какое значение скорости он получил? Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Возможное решение и критерии оценивания:

- записана система уравнений, описывающих движение мяча 4 балла

$$(L = v \cdot t, H = 0.5 \cdot g \cdot t^2)$$

- получено выражение для скорости мяча 4 балла

$$(v = L / (2H/g)^{0.5})$$

- вычислена скорость 2 балла

$$(v = 37,2 \text{ м/с} = 134 \text{ км/ч})$$

Задача 4. Ученому-исследователю для эксперимента потребовалось $E = 4000 \text{ МДж}$ электрической энергии. Так как все доступные источники электроэнергии были задействованы в других проектах, ученый решил создать ветрогенератор, и вырабатываемую с него электроэнергию отправлять в аккумулятор. С построенного экспериментального ветрогенератора были получены данные об электрической мощности и напряжении, снимаемых с генератора, в зависимости от скорости ветра (см. таблицу). Сколько приблизительно дней необходимо для накопления энергии, если среднесуточная скорость ветра составляет $3,00 \text{ м/с}$? Сколько необходимо «банок» аккумуляторов для накопления этой энергии, если каждая «банка» может сохранить заряд $q = 100 \text{ А} \cdot \text{ч}$?

v ветра, м/с	2,000	2,520	2,885	3,175	3,420	3,635	3,826	4,000
N_{Γ} , Вт	39,0	78,0	117,1	156,0	195,0	234,1	273,0	312,0
U , В	10,00	10,52	10,89	11,18	11,42	11,64	11,83	12,00

Возможное решение и критерии оценивания:

- выявлено, что мощность генератора пропорционально v^3 2 балла

$$(\text{построен график зависимости } N_{\Gamma}(v^3); \text{ или показано, что } (N_{\Gamma}(v_2)/N_{\Gamma}(v_1)) = (v_2/v_1)^3)$$

- найдена мощность генератора при скорости 3 м/с 1 балла

$$(N_{\Gamma}(3 \text{ м/с}) = N_{\Gamma}(2 \text{ м/с}) \cdot (3/2)^3; N_{\Gamma}(3 \text{ м/с}) = 131,625 \text{ Вт})$$

- вычислено количество дней работы генератора для накопления энергии $E = 200 \text{ МДж}$ 2 балла

$$(t = E / N; t \approx 352 \text{ дня})$$

- указано, что напряжение линейно зависит от скорости ветра 1 балл

(построен график $U(v)$ или показано, что изменение скорости ветра на Δv во всем рассмотренном диапазоне приводит к изменению напряжения на ΔU (в рамках возможностей приборов, то есть их разрешающей способности приборов))

- найдено напряжение генератора при скорости ветра 3 м/с 1 балл

$$(U = 11,00 \text{ В})$$

- найден ток, который будет выдавать ветрогенератор при скорости ветра 3м/с
1 балл

$$(I = N\gamma(3 \text{ м/с}) / U; I \approx 11,97 \text{ А})$$

- найден заряд, который выработает генератор за время накопления энергии и вычислено необходимое количество «банок»
2 балла

$(N = I \cdot t / q; N = 1011$. **Примечание:** ответ $N = 1010$ считать неверным; если все предыдущие рассуждения, направленные на вычисление количества банок были верными, то снизить оценку за этот вопрос с максимально возможных 5 баллов до 4 баллов.)