

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ  
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

---

**9 КЛАСС  
Вариант 1**

**Задание 1**

Ветряной электрогенератор с диаметром лопастей 126 метров установлен в море, где средняя скорость ветра составляет 14 м/с. Оцените мощность, которую электрогенератор будет вырабатывать при КПД, равном 0,3. Плотность воздуха равна 1,23 кг/м<sup>3</sup>.

**Решение**

Для оценки предположим, что весь воздух, проходящий через лопасти, передаёт энергию генератору с КПД  $\eta$ . В таком случае объём воздуха  $V$ , проходящий за время  $t$ , равен

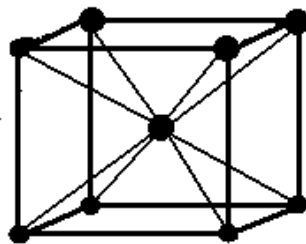
$$V = vt \frac{\pi D^2}{4},$$

где  $v$  – скорость ветра, а  $D$  – диаметр лопастей. Теперь можно рассчитать его массу и, соответственно, кинетическую энергию и мощность:

$$P = \frac{\eta E}{t} = \frac{\eta m v^2}{t} = \frac{\eta \pi D^2 v^3 \rho}{8} = 6,3 \text{ МВт.}$$

**Ответ:** 6,3 МВт.

**Задание 2**



На рисунке изображена объёмно-центрированная кубическая решётка. Известно, что именно такой тип решётки наиболее свойствен кристаллам железа. Рассчитайте плотность кристалла железа в случае такой сингонии. Масса атома железа – 55,8 а. е. м., параметр решётки (длина одной грани куба) – 2,8 Å. Атомная единица массы равна  $1,66 \cdot 10^{-27}$  кг.

**Решение.** В объёмно-центрированной кубической решётке на одну ячейку («кубик») приходится два атома. Соответственно, можно найти плотность, поделив массу двух атомов на объём одной ячейки:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{2 \cdot 55,8 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}{(2,8 \cdot 10^{-10})^3} = 8,44 \text{ г/см}^3.$$

**Ответ:** 8,44 г/см<sup>3</sup>.

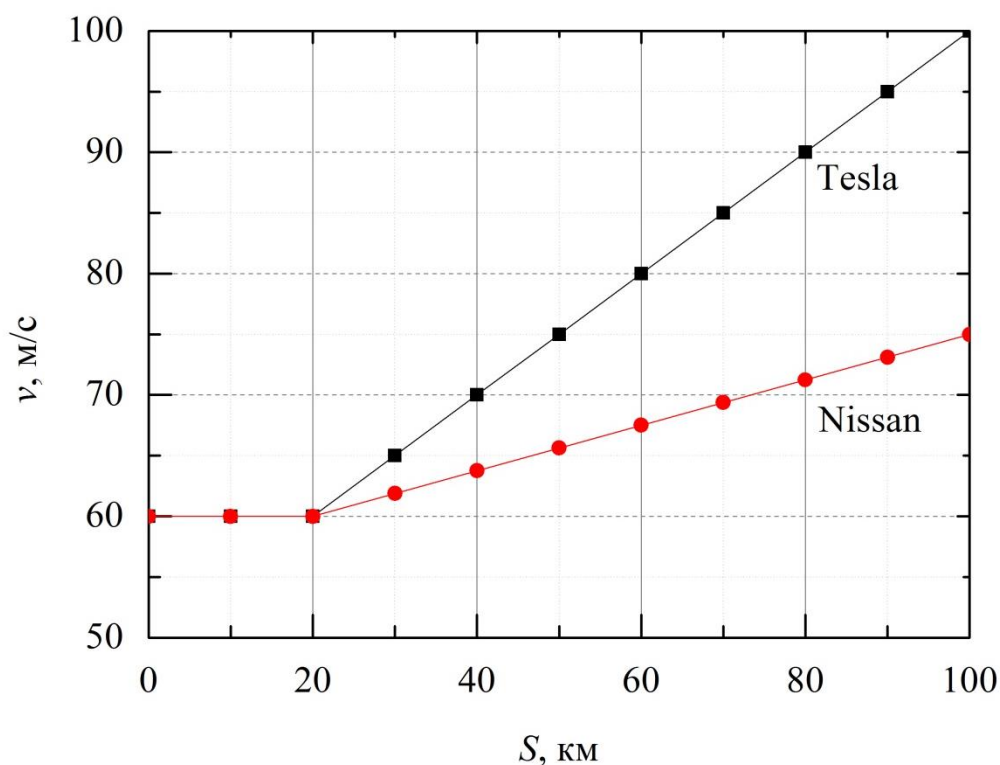
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ  
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

---

**Задание 3**

Два приятеля, большие фанаты электромобилей, отправились из Москвы в Ступино по трассе М4 на Tesla Model 3 и Nissan Leaf. На рисунке показана зависимость средней скорости автомобилей во время движения от пройденного ими расстояния. Чему равнялась средняя скорость автомобилей во время разгона?

Чему была равна средняя сила тяги во время разгона, если мощность двигателя Nissan и Tesla равна 150 и 260 лошадиных сил соответственно? 1 л. с. = 735 Вт.



**Решение.** Движение автомобилей на первых 20 км заняло одинаковое время  $t_{1N} = t_{1T} = 20 \text{ км} / 60 \text{ км/ч} = 20 \text{ минут}$ . Найдём время, которое ушло на весь путь в 100 км:  $t_N = 100 \text{ км} / 75 \text{ км/ч} = 80 \text{ минут}$ ,  $t_T = 100 \text{ км} / 100 \text{ км/ч} = 60 \text{ минут}$ . Вычитанием определим время, затраченное на участок с разгоном:  $t_{2N} = t_N - t_{1N} = 60 \text{ минут}$ ,  $t_{2T} = t_T - t_{1T} = 40 \text{ минут}$ . Участок с разгоном имеет длину 80 км. Найдём средние скорости:

$$v_{\text{cpN}} = 80 \text{ км} / 60 \text{ минут} = 80 \text{ км/ч}, \quad v_{\text{cpT}} = 80 \text{ км} / 40 \text{ минут} = 120 \text{ км/ч}.$$

Мощность и сила связаны как  $P = F v$ .

Тогда  $F_N = 150 \cdot 735 \text{ Вт} / 80 \text{ км/ч} = 4961 \text{ Н}$ ,  $F_T = 260 \cdot 735 \text{ Вт} / 120 \text{ км/ч} = 5733 \text{ Н}$ .

**Ответ:**  $v_{\text{cpN}} = 80 \text{ км/ч}$ ,  $v_{\text{cpT}} = 120 \text{ км/ч}$ ,  $F_N = 4961 \text{ Н}$ ,  $F_T = 5733 \text{ Н}$ .

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ  
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

---

**9 КЛАСС  
Вариант 2**

**Задание 1**

Ветряной электрогенератор с диаметром лопастей 116 метров установлен в море, где средняя скорость ветра составляет 12 м/с. Оцените мощность, которую электрогенератор будет вырабатывать при КПД, равном 0,4. Плотность воздуха равна 1,23 кг/м<sup>3</sup>.

**Решение.** Для оценки предположим, что весь воздух, проходящий через лопасти, передаёт энергию генератору с КПД  $\eta$ . В таком случае объём воздуха  $V$ , проходящий за время  $t$ , равен

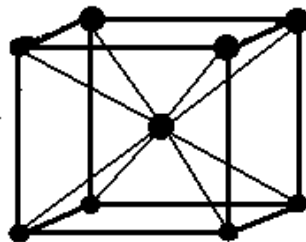
$$V = vt \frac{\pi D^2}{4},$$

где  $v$  – скорость ветра, а  $D$  – диаметр лопастей. Теперь можно рассчитать его массу и, соответственно, кинетическую энергию и мощность:

$$P = \frac{\eta E}{t} = \frac{\eta m v^2}{t} = \frac{\eta \pi D^2 v^3 \rho}{8} = 4,4 \text{ МВт.}$$

**Ответ:** 4,4 МВт.

**Задание 2**



На рисунке изображена объёмно-центрированная кубическая решётка. Известно, что именно такой тип решётки наиболее свойствен кристаллам хрома. Рассчитайте плотность кристалла хрома в случае такой сингонии. Масса атома хрома – 52 а. е. м., параметр решётки (длина одной грани куба) – 2,9 Å. Атомная единица массы равна  $1,66 \cdot 10^{-27}$  кг.

**Решение.** В объёмно-центрированной кубической решётке на одну ячейку («кубик») приходится два атома. Соответственно, можно найти плотность, поделив массу двух атомов на объём одной ячейки:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{2 \cdot 52 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}{(2,9 \cdot 10^{-10})^3} = 7,1 \text{ г/см}^3.$$

**Ответ:** 7,1 г/см<sup>3</sup>.

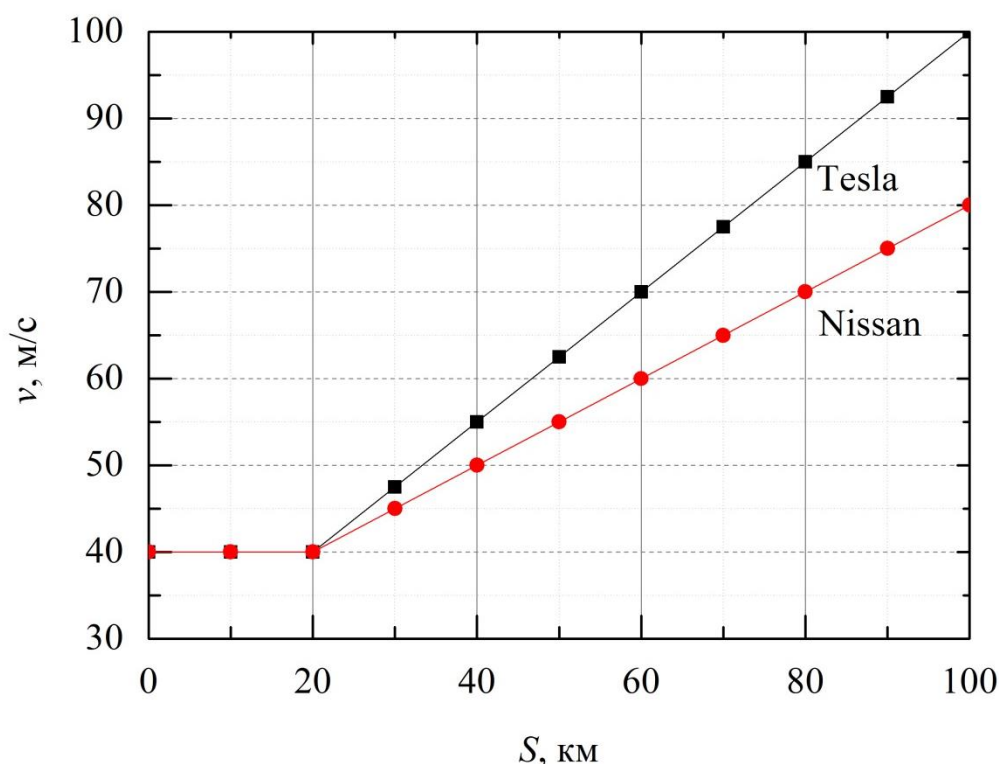
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ  
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

---

**Задание 3**

Два приятеля, большие фанаты электромобилей, отправились из Москвы в Ступино по трассе М4 на Tesla Model 3 и Nissan Leaf. На рисунке показана зависимость средней скорости автомобилей во время движения от пройденного ими расстояния. Чему равнялась средняя скорость автомобилей во время разгона?

Чему была равна средняя сила тяги во время разгона, если мощность двигателя Nissan и Tesla равна 150 и 260 лошадиных сил соответственно? 1 л. с. = 735 Вт.



**Решение.** Движение автомобилей на первых 20 км заняло одинаковое время  $t_{1N} = t_{1T} = 20 \text{ км} / 40 \text{ км/ч} = 30 \text{ минут}$ . Найдём время, которое ушло на весь путь в 100 км:  $t_N = 100 \text{ км} / 80 \text{ км/ч} = 75 \text{ минут}$ ,  $t_T = 100 \text{ км} / 100 \text{ км/ч} = 60 \text{ минут}$ . Вычитанием определим время, затраченное на участок с разгоном:  $t_{2N} = t_N - t_{1N} = 45 \text{ минут}$ ,  $t_{2T} = t_T - t_{1T} = 30 \text{ минут}$ . Участок с разгоном имеет длину 80 км. Найдём средние скорости:

$$v_{\text{cpN}} = 80 \text{ км} / 45 \text{ минут} = 106,6 \text{ км/ч}, \quad v_{\text{cpT}} = 80 \text{ км} / 30 \text{ минут} = 160 \text{ км/ч}.$$

Мощность и сила связаны как  $P = F v$ . Тогда  $F_N = 150 \cdot 735 \text{ Вт} / 106,6 \text{ км/ч} = 3725 \text{ Н}$ ,  $F_T = 260 \cdot 735 \text{ Вт} / 160 \text{ км/ч} = 4300 \text{ Н}$ .

**Ответ:**  $v_{\text{cpN}} = 106,6 \text{ км/ч}$ ,  $v_{\text{cpT}} = 160 \text{ км/ч}$ ,  $F_N = 3725 \text{ Н}$ ,  $F_T = 4300 \text{ Н}$ .