

# Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» по естественным наукам

---

## Отборочный этап

11 класс

2016-2017

### Вариант 1

#### Задания, ответы и критерии оценивания

1. (16 баллов) Вова, Дима и Слава роют канаву. Дима и Слава могут её вырыть за 30 дней, Слава и Вова – за 15 дней, а Вова и Дима – за 12 дней. За сколько дней может управиться с работой один Слава?

**Ответ:** 120

**Решение:** Пусть  $x$ ,  $y$  и  $z$  – доля всей работы, которую за день выполняют, работая в одиночку, Вова, Дима и Слава соответственно. Тогда  $y + z = \frac{1}{30}$ ,

$x + z = \frac{1}{15}$ ,  $x + y = \frac{1}{12}$ . Сложив эти уравнения и поделив результат на 2, получим

$x + y + z = \frac{11}{120}$ . Тогда  $z = (x + y + z) - (x + y) = \frac{11}{120} - \frac{1}{12} = \frac{1}{120}$ . Значит, Слава

справится с работой за 120 дней.

2. (17 баллов) Серёжа забыл код от входной двери. Он знает, что в коде 4 цифры и среди них есть одинаковые. Сколько существует таких кодов?

**Ответ:** 4960

**Решение:** Всего 4-значных кодов  $10^4$ . Подсчитаем, сколько из них не удовлетворяют условию задачи. В них все цифры разные. Первую цифру такого кода можно выбрать 10 способами, после этого вторую – 9 способами, третью – 8 способами, а четвёртую – 7 способами. По правилу произведения, получаем  $10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 = 5040$  различных вариантов. Значит, кодов, в которых присутствуют одинаковые цифры,  $10^4 - 5040 = 4960$ .

3. (17 баллов) Передние колёса автомобиля изнашиваются быстрее, чем задние: передние – при прохождении 10000 км, а задние – при прохождении 15000 км. Поэтому колёса периодически меняют местами. Какой максимальный путь может пройти автомобиль с данными четырьмя колёсами?

**Ответ:** 12000

**Решение:** Пусть передние колёса изнашиваются за  $a$  км, а задние – за  $b$  км. Наибольший путь получится, если колёса изнашиваются одновременно. Это произойдёт, если в роли переднего и в роли заднего каждое из них проедет одинаковое расстояние. Обозначим это расстояние через  $s$ . Приравняем общий износ к единице:  $s/a + s/b = 1$ . Отсюда  $s = ab/(a+b)$ , а весь путь  $2ab/(a+b)$  – среднее гармоническое  $a$  и  $b$ .

4. (15 баллов) 100 г льда, взятого при температуре  $t_{\text{л}} = 0^\circ\text{C}$ , смешали в калориметре со 100 г воды, температура которой  $t_{\text{в}} = 70^\circ\text{C}$ . Определите конечную температуру смеси. Удельная теплоемкость воды  $4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{K}$ ,

удельная теплота плавления льда  $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ , теплоемкостью калориметра пренебречь.

**Ответ:**  $0^\circ\text{C}$

**Решение:** Количество теплоты, выделяющееся при остывании воды от  $70^\circ\text{C}$  до  $0^\circ\text{C}$ :  $Q_1 = cm\Delta T = 4200 \cdot 0,1 \cdot 70 = 29400 \text{ Дж}$ . Для полного плавления льда требуется  $Q_2 = \lambda m = 330000 \cdot 0,1 = 33000 \text{ Дж}$ . Так как  $Q_1 < Q_2$ , то лед полностью не расплавится. Конечная температура  $0^\circ\text{C}$ .

5. (15 баллов) При изохорном охлаждении двухатомного газа на  $10 \text{ K}$  его давление увеличилось на 20%. При этом половина молекул газа диссоциировала на атомы. При какой начальной температуре находился газ?

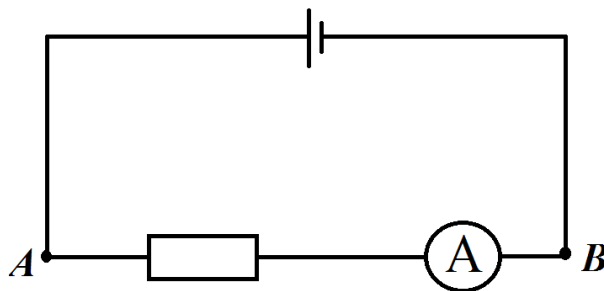
**Ответ:**  $50 \text{ K}$

**Решение:** В результате диссоциации конечное количество вещества:

$$\nu_2 = 1,5 \cdot \nu_1. \text{ Уравнение Менделеева–Клапейрона: } \frac{p_1}{\nu_1 T_1} = \frac{p_2}{\nu_2 T_2}$$

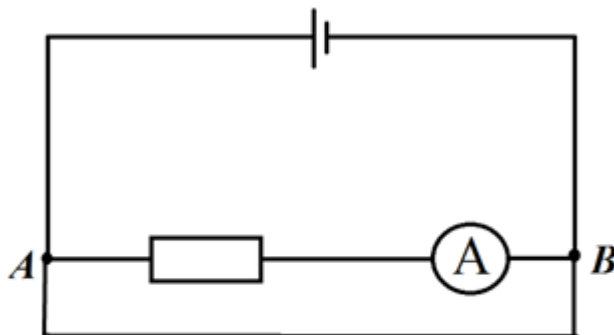
$$\text{Получаем } \frac{p_1}{\nu_1 T_1} = \frac{1,2 \cdot p_1}{1,5 \cdot \nu_1 (T_1 - 10)}. \text{ Окончательный ответ: } T_1 = 50 \text{ K}$$

6. (20 баллов) Определите показания идеального амперметра в представленной схеме, если точки  $A$  и  $B$  соединить перемычкой с пренебрежимо малым сопротивлением? ЭДС источника  $20 \text{ В}$ , сопротивление резистора  $R = 5 \text{ Ом}$ , внутреннее сопротивление источника  $r = 2 \text{ Ом}$ .



**Ответ:**  $0 \text{ A}$

**Решение:**



В случае появления перемычки между точками  $A$  и  $B$ , ток в цепи пойдет по перемычке в обход амперметра, т.е. показания амперметра станут равными  $0 \text{ A}$ .