



**Решения задач**  
**VIII онлайн олимпиады Pagodane**  
**I тур**  
**9 класс**

## Задача 1. Знакомимся с законом Гесса

---

Чтобы получить диборан из элементов, используем наши уравнения по данной схеме:

$$(a) - (b) + 3(c) + 3(d)$$

За расчет энтальпий на каждом из этапов (4 этапа) по 2 балла/ Если рассчитано в одну общую стадию 8 баллов

Если расчет энтальпии правильный, но ошибки в уравнениях реакций, по 1 баллу за энтальпию соответствующей стадии

За домножение уравнений (c) и (d) на 3 по 1 баллу

## Задача 2. Простая неорганика

---

Решение дополняется. По вопросам – обращайтесь к @vladic\_ch

[13 баллов]



### Задача 3. Простая кинетика

1) По модели Вант – Гоффа:

$$\gamma^{\frac{T_2-T_1}{10}} = \frac{K_{T_2}}{K_{T_1}} = \frac{r_{T_2}}{r_{T_1}}$$

$$\gamma^{\frac{T_2-T_1}{10}} = 3.5^{\frac{70-50}{10}} = 12.25 \text{ раз}$$

$$\frac{K_{T_2}}{K_{T_1}} = \frac{A * \exp^{\frac{-E_a}{RT_2}}}{A * \exp^{\frac{-E_a}{RT_1}}} = \exp^{\frac{E_a(T_2-T_1)}{RT_2 T_1}}$$

$$\frac{E_a(T_2 - T_1)}{RT_2 T_1} = \ln\left(\frac{K_{T_2}}{K_{T_1}}\right)$$

$$E_a = \frac{\ln\left(\frac{K_{T_2}}{K_{T_1}}\right) * RT_2 T_1}{(T_2 - T_1)}$$

$$E_a = 115391 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

2 балла за нахождение изменения скорости, 2 балла за нахождение энергии активации. Всего – 4 балла.

2) Из предыдущего пункта:

$$E_a = \frac{\ln\left(\frac{K_{T_2}}{K_{T_1}}\right) * RT_2 T_1}{(T_2 - T_1)}$$

$$E_a = 10862 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

Порядок реакции первый, так как константа скорости имеет размерность  $\text{с}^{-1}$ .

2 балла за расчет энергии активации, 1 балл за определение порядка реакции.

3) Сделаем преобразования в уравнениях 1 и 2:

$$\frac{E_a(T_2 - T_1)}{RT_2 T_1} = \ln(\gamma^{\frac{T_2-T_1}{10}})$$

$$\frac{E_a(T_2 - T_1)}{RT_2 T_1} = \frac{(T_2 - T_1)}{10} \ln(\gamma)$$

$$\ln(\gamma) = \frac{10E_a}{RT_2 T_1}$$

1 балл за составление уравнения, 4 балла за дальнейший вывод.

Всего – 5 баллов.

4) Для нахождения интервала нужно определить нижнюю и верхнюю границы.

$$\ln(\gamma) = \frac{10E_a}{RT_2 T_1}$$

Нижняя граница:

$$\ln(2) = \frac{10E_a}{R * 310 * 300}$$

$$E_a = \frac{\ln(2) * R * 310 * 300}{10}$$

$$E_a = 53594 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

Верхняя граница:

$$\ln(4) = \frac{10E_a}{R * 310 * 300}$$

$$E_a = \frac{\ln(4) * R * 310 * 300}{10}$$

$$E_a = 107188 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

Интервал = от 53594 до 107188  $\frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$

По 2.5 балла за каждый из интервалов, 1 балл за конечный ответ.

Всего – 6 баллов за пункт.

## Задача 4. Химия кислотного дождя

---

Для города Уральск:

Так как образец состоит только из чистой воды,  $pH = 7$  (1 point)

Для города Павлодар:

$$P(\text{CO}_2) = (1 \text{ atm}) * (150 * 10^{-6}) = 150 * 10^{-6} \text{ atm}$$

Через константы мы можем найти другую константу  $K_y$ :

$$K_y = K_h * K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = \frac{[\text{HCO}_3^-] * [\text{H}^+]}{p(\text{CO}_2)} = 3.4 * 10^{-2} (\text{mol/l} * \text{atm}) * 4.3 * 10^{-7} (\text{mol/l})$$

$$K_y = 1.462 * 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{l}^2 * \text{atm}$$

Если принять, что в результате реакции  $[\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-]$ , то у нас выходит уравнение:

$$[\text{H}^+]^2 = K_y * P(\text{CO}_2)$$

$$\text{То есть, } [\text{H}^+] = \sqrt{K_y * P(\text{CO}_2)} = 1.48 * 10^{-6} \text{ mol/l}$$

$$pH = -\log(\text{H}^+) = 5.83 \text{ (5 point)}$$

Для города Алматы:

$$P(\text{SO}_2) = 4 * 10^{-9} \text{ atm}$$

Находим  $K_y$  для  $\text{SO}_2$ :

$$K_y = K_h * K_1(\text{H}_2\text{SO}_3) = 0.01722 \text{ mol}^2/\text{l}^2 * \text{atm}$$

$$\text{И находим } [\text{H}^+] = \sqrt{K_y * P(\text{SO}_2)} = 8.3 * 10^{-6} \text{ mol/l}$$

$$pH = 5.08 \text{ (5 point)}$$

Самый экологически чистый город – Уральск (1 point)