

**Химия, 10 класс, муниципальный этап  
 Варианты решения задач и ответы**

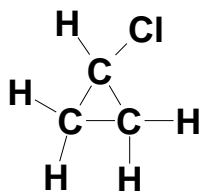
**Максимальные баллы за выполнение заданий (max – 67 баллов)**

Задания, вопросы и их оценка

1	2	3	4
<b>Задание 1</b>	<b>Теория А.М. Бутлерова</b>		<b>max 8 б</b>
Вопрос 1.	Структура индивидуальных веществ ...	5	
Вопрос 2.	О витамине А ...	3	
<b>Задание 2</b>	<b>Назовите элемент <math>\alpha</math> ...</b>		<b>max 3 б</b>
<b>Задание 3</b>	<b>Ваш проект: метан <math>\rightarrow</math> каучук ...</b>		<b>max 6 б</b>
<b>Задание 4</b>	<b>О сплаве серебра и цинка</b>		<b>max 9 б</b>
<b>Задание 5</b>	<b>Увеличение числа атомов углерода в молекулах алканов</b>		<b>max 8 б</b>
<b>Задание 6</b>	<b>Из класса в класс ... (неорганическая химия)</b>		<b>max 10 б</b>
Вопрос 1.	«Угол»	4	
Вопрос 2.	«Овал»	6	
<b>Задание 7</b>	<b>Об алканах <math>C_nH_{2n+2}</math> (<math>n \geq 4</math>)</b>		<b>max 7 б</b>
<b>Задание 8</b>	<b>Изменение массы цинковой пластинки ...</b>		<b>max 9 б</b>
<b>Задание 9</b>	<b>Вопросы общей химии ...</b>		<b>max 7 б</b>
Вопрос 1	Температурный коэффициент (правило Вант-Гоффа)	2	
Вопрос 2	Химическое равновесие	5	
	<b>Итого:</b>		<b>max 67 б</b>

**Задание 1. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова****(max – 8 баллов)****Вопрос 1.**Структурные изомеры1.  $\text{CH}_3\text{-C}(\text{Cl})=\text{CH}_2$  (2-хлорпропен) **1 балл**2.  $\text{ClCH}_2\text{-CH}=\text{CH}_2$  (3-хлорпропен) **1 балл**

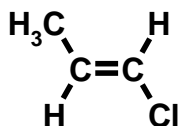
3.



(хлорциклопропан)

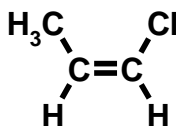
**1 балл**Пространственные изомеры (геометрические изомеры)Возможны только для 1-хлорпропена

4.



транс-1-хлорпропен

5.



цис-1-хлорпропен

**1×2 = 2 балла**

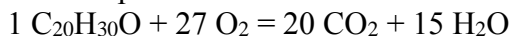
P.S. Оптические изомеры отсутствуют, поскольку нет асимметрических атомов углерода, то есть нет атомов углерода, связанных с четырьмя различными заместителями.

*Вывод:* 5 изомеров индивидуальных веществ с формулой  $\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}$ .**Вопрос 2.**

О витамине А ...

1. Молекулярная брутто-формула витамина А:  $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$  **1.5 балла**

2. Уравнение сгорания витамина А в избытке кислорода:

**1 балл**

3. Сумма коэффициентов:

$$\Sigma = 1 + 27 + 20 + 15 = 63$$

**0.5 балла****Оценивание:***Вопрос 1.  $\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}$  – изомеры и названия ...**5 изомеров с названиями**1×5 = 5 баллов**Вопрос 2. О витамине А ...**Формула  $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$* *1.5 балла**Уравнение реакции сгорания**1 балл**Сумма коэффициентов**0.5 балла***Итого:****8 баллов**

**Задание 2. Назовите элемент  $\alpha$  ... (max – 3 балла)**

По величине относительной плотности паров по воздуху рассчитаем относительные молекулярные массы хлорида и бромида элемента  $\alpha$ :

$$M_r(\text{хлорида}) = 5.31 \cdot 29 = 153.99 \approx 154 \quad \mathbf{0.5 \text{ балла}}$$

$$M_r(\text{бромида}) = 11.45 \cdot 29 = 332.05 \approx 332 \quad \mathbf{0.5 \text{ балла}}$$

Пусть относительная атомная масса элемента  $\alpha$  равна  $X$ , а степень окисления (валентность) атома  $\alpha$  в соединении равна  $Y$ . Тогда:

$$M_r(\text{хлорида}) = X + 35.5Y = 154$$

$$M_r(\text{бромида}) = X + 80Y = 332 \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

Система математических уравнений и ее решение (вычитаем из первого уравнения второе):

$$\begin{cases} X + 35.5Y = 154 \\ X + 80Y = 332 \\ \hline 44.5Y = 178 \\ Y = 4 \end{cases}$$

**0.5 балла**

Расчет  $X$ :

$$X + 35.5Y = 154$$

или

$$X + 80Y = 332$$

$$X + 35.5 \cdot 4 = 154$$

$$X + 320 = 332$$

$$X = 12$$

$$X = 12$$

$$A_r(X) = 12$$

$$A_r(X) = 12$$

Искомый элемент  $\alpha$  – это углерод:  $A_r(C) = 12$

**0.5 балла****Оценивание:**

1.  $M_r(\text{хлорида}) = 154$

0.5 балла

2.  $M_r(\text{бромида}) = 332$

0.5 балла

3. Система уравнений

$$\begin{cases} X + 35.5Y = 154 \\ X + 80Y = 332 \end{cases}$$

1 балл

4. Расчет  $Y$

0.5 балла

5. Расчет  $X$ , назван элемент

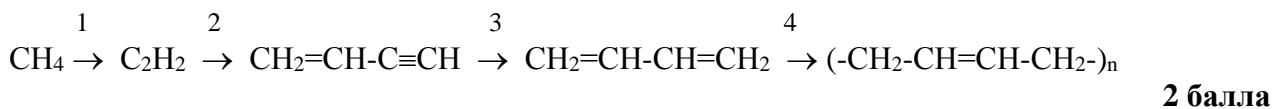
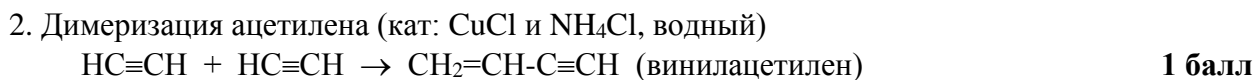
0.5 балла

---

**Итого: 3 балла**

**Задание 3. Ваш проект: «Метан – каучук» (max – 6 баллов)**

Цепочка превращений:

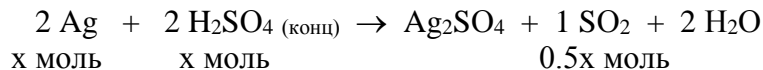
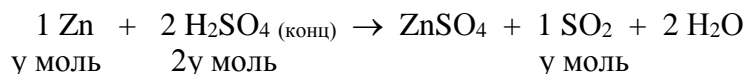
Уравнения реакций:  
1500°C**Оценивание:**

1. Разработана и записана «цепочка» **2 балла**  
 2. Записаны 4 уравнения с указанием условий **1×4 = 4 балла**

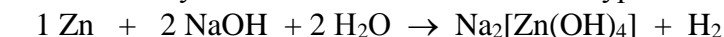
**Итого: 6 баллов**

**Задание 4. О сплаве серебра и цинка****(max – 9 баллов)**Пусть навеска сплава содержала  $x$  моль серебра и  $y$  моль цинка.**0.5 балла**

Уравнения реакций растворения сплава в концентрированной серной кислоте и количественная информация из них:


 $x \text{ моль} \quad x \text{ моль} \quad 0.5x \text{ моль}$ 
**1 балл**

 $y \text{ моль} \quad 2y \text{ моль} \quad y \text{ моль}$ 
**1 балл**

Обработка сплава избытком раствора щелочи: растворяется только цинк, серебро в реакцию со щелочью не вступает. Количественная оценка уравнения:


 $y \text{ моль} \quad 2y \text{ моль}$ 
**1 балл**
Рассчитаем количество (моль) кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :

$$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98; m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 32.75 \cdot 1.70 \cdot 0.88 = 48.994 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = m/M = 48.994/98 = 0.4999 \approx 0.5 \text{ (моль)}$$
**1 балл**

Рассчитаем количество (моль) щелочи  $\text{NaOH}$ :

$$n(\text{NaOH}) = C \cdot V; \quad V = 200 \text{ мл или } 0.2 \text{ л}$$

$$n(\text{NaOH}) = 2 \cdot 0.2 = 0.4 \text{ моль}$$
**0.5 балла**

Основываясь на информации из трех химических уравнений, составим систему математических уравнений:

$$\begin{cases} x + 2y = 0.5 & | & x + 2y = 0.5 & | & x + 0.4 = 0.5 \\ & | & 2y = 0.4 & | & y = 0.2 & | & x = 0.1 \end{cases}$$

*Вывод:*  $x = 0.1$  моль;  $y = 0.2$  моль**1 балл**

Рассчитаем массу сплава:

$$m(\text{сплава}) = 0.1 \cdot 108 + 0.2 \cdot 65 = 10.8 + 13.0 = 23.8 \text{ (г)}$$

**1 балл**

Массовые доли металлов в сплаве:

$$\omega(\text{Ag}) = 10.8/23.8 = 0.45378 \text{ или } \approx 45.4\%$$

**0.5 балла**

$$\omega(\text{Zn}) = 13.0/23.8 = 0.54622 \text{ или } \approx 54.6\%$$

**0.5 балла**Рассчитываем объем (н.у.)  $\text{SO}_2$ , выделившегося в реакциях металлов с  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц)

$$n(\text{SO}_2) = 0.5x + y = 0.5 \cdot 0.1 + 0.2 = 0.25 \text{ (моль)}$$

$$V(\text{SO}_2) = n \cdot V_m = 0.25 \cdot 22.4 = 5.6 \text{ л (н.у.)}$$
**1 балл**

**Оценивание:**1.  $x$  моль –  $n(\text{Ag})$ ;  $y$  моль –  $n(\text{Zn})$ 

0.5 балла

2. Три уравнения и информация из них

 $1 \times 3 = 3$  балла3.  $n(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 

1 балл

4.  $n(\text{NaOH})$ 

0.5 балла

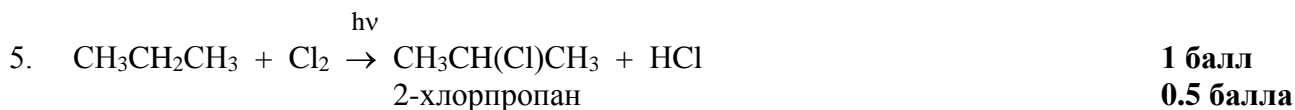
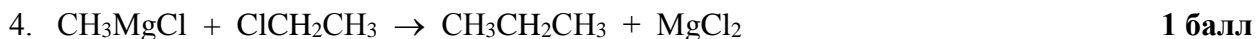
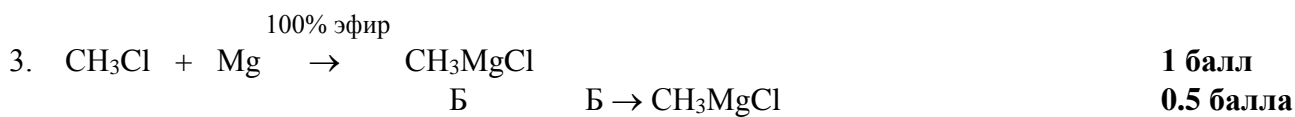
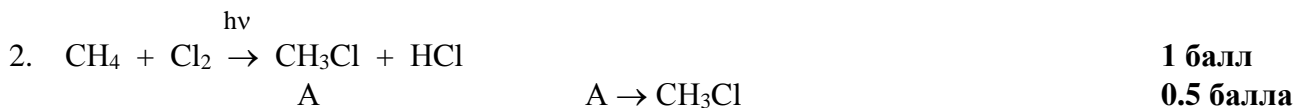
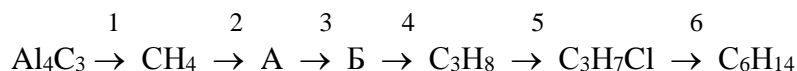
5. Рассчитаны количества серебра и цинка

1 балл

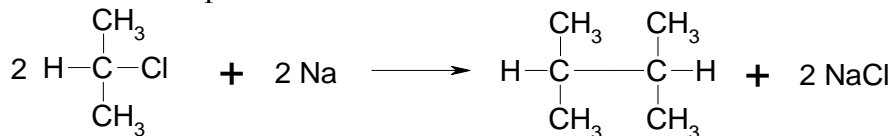
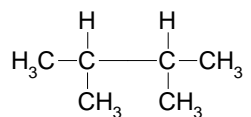
6. Расчет массы сплава	1 балл
7. Расчеты массовых долей металлов в сплаве	1 балл
8. Объем (н.у.) $SO_2$	1 балл

---

**Итого: 9 баллов**

**Задание 5. Увеличение числа атомов углерода в молекулах алканов****(max – 8 баллов)****(от 1-го до 3-х; с 3-х до 6-и)**

6. Реакция Вюрца

**1 балл**

2,3-диметилбутан

**0.5 балла****Оценивание:**

1. Уравнения реакций

1×6 = 6 баллов

2.  $\text{A} \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}$ ;  $\text{B} \rightarrow \text{CH}_3\text{MgCl}$ 

0.5×2 = 1 балл

3. Назвали 2-хлорпропан и 2,3-диметилбутан

0.5×2 = 1 балл

**Итого****8 баллов**

**Задание 6. Из класса в класс ... (неорганическая химия) (max – 10 баллов)****Вопрос 1. «УГОЛ».**

- |  |                  |
|--|------------------|
| 1. $\text{Fe} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$                         | <b>1 балл</b>    |
| 2. $\text{FeCl}_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe(OH)}_2 + 2 \text{NaCl}$               | <b>0.5 балла</b> |
| 3. $\overset{t}{\text{Fe(OH)}_2} \rightarrow \text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$                | <b>0.5 балла</b> |
| 4. $2 \text{Fe} + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{FeCl}_3$                                 | <b>1 балл</b>    |
| 5. $\text{FeCl}_3 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3 + 3 \text{NaCl}$               | <b>0.5 балла</b> |
| 6. $2 \overset{t}{\text{Fe(OH)}_3} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$ | <b>0.5 балла</b> |

**Вопрос 2. «Овал».**

- |  |               |
|--|---------------|
| 1. $4 \overset{t}{\text{Al(NO}_3)_3} \rightarrow 2 \text{Al}_2\text{O}_3 + 12 \text{NO}_2\uparrow + 3 \text{O}_2\uparrow$            | <b>1 балл</b> |
| 2. $2 \text{Al}_2\text{O}_3 + 9 \text{C} \rightarrow \underset{\text{X}_1}{\text{Al}_4\text{C}_3} + 6 \text{CO}\uparrow$             | <b>1 балл</b> |
| 3. $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{Al(OH)}_3\downarrow + 3 \text{CH}_4\uparrow$                   | <b>1 балл</b> |
| 4. $\text{Al(NO}_3)_3 + 4 \text{KOH}_{(\text{изб})} \rightarrow \text{K[Al(OH)}_4] + 3 \text{KNO}_3$                                 | <b>1 балл</b> |
| 5. $\text{K[Al(OH)}_4] + 4 \text{HCl}_{(\text{изб})} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{KCl} + 4 \text{H}_2\text{O}$                  | <b>1 балл</b> |
| 6. $2 \text{AlCl}_3 + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Al(OH)}_3 + 3 \text{CO}_2 + 6 \text{NaCl}$ |               |
| или  |               |
| $\text{AlCl}_3 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Al(OH)}_3 + 3 \text{NaCl}$ (по каплям)  |               |
| или  |               |
| $\text{AlCl}_3 + 3 [\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}] \rightarrow \text{Al(OH)}_3\downarrow + 3 \text{NH}_4\text{Cl}$            | <b>1 балл</b> |

**Оценивание:**

Вопрос 1.

Уравнения №1 и 4

1×2 = 2 балла

Уравнения №2, 3, 5, 6

0.5×4 = 2 балла

Вопрос 2.

Шесть уравнений

1×6 = 6 баллов

**Итого: 10 баллов**



**Задание 7. Об алканах  $C_nH_{2n+2}$ ... (max – 7 баллов)****Вопрос 1.** «Визуальный взгляд» на структурные формулы «изооктана» и н-гептана.

1.1. О н-гептане: два первичных и пять вторичных атомов углерода.

Всего: 7 атомов углерода

**1 балл**

1.2. О 2,2,4-триметилпентане:

пять первичных, один вторичный, один третичный, один четвертичный атом углерода

Всего: 8 атомов углерода

**1 балл****Вопрос 2.** «Математический взгляд» для расчета числа **W** – третичных атомов углерода в молекуле алкана  $C_nH_{2n+2}$ , где  $n \geq 4$ 1. Общая формула алканов  $C_nH_{2n+2}$ 

1.1. Число атомов углерода «С» в алкане «n»

Пусть алкан содержит:

X – первичных, Y – вторичных, **W** – третичных, Z – четвертичных атомов углеродаТогда:  $n = X + Y + W + Z$ 

(1)

**1 балл**1.2. Число атомов водорода «H» в алкане  $2n+2$ , тогда: $2n+2 = 3X + 2Y + 1W$  или  $2n = 3X + 2Y + 1W - 2$ 

(2)

Так как: у первичного атома углерода 3 атома водорода, у вторичного атома углерода 2 атома водорода, у третичного атома углерода 1 атом водорода, у четвертичного атома углерода НЕТ атомов водорода

**1 балл**

Составим систему двух математических уравнений (1) и (2):

$$\begin{cases} n = X + Y + W + Z & | \times 2 | & 2n = 2X + 2Y + 2W + 2Z \\ 2n = 3X + 2Y + 1W - 2 & | & 2n = 3X + 2Y + 1W - 2 \end{cases}$$

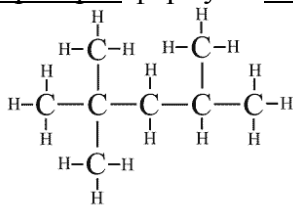
**1 балл**

Приравняем правые части уравнений:

$$2X + 2Y + 2W + 2Z = 3X + 2Y + 1W - 2$$

$$2X + 2Y + 2W + 2Z - 3X - 2Y - 1W + 2 = 0$$

$$\underline{W = X - 2Z - 2}$$

**1 балл**Проверка формулы  $\underline{W = X - 2Z - 2}$ 

Визуальный анализ формулы 2,2,4-триметилпентана (см. 1.2)

(X) Первичных атомов «С» → 5

(Y) Вторичных атомов «С» → 1

(W) Третичных атомов «С» → 1  
(Z) Четвертичных атомов «С» → 1  
Всего: 8

По «нашей» формуле:

$$W = X - 2Z - 2 = 5 - 2 \cdot 1 - 2 = 1 \text{ Да!}$$

**1 балл**

**Оценивание:**

1. Вопрос 1. «Визуальный взгляд»

1+1=2 балла

2. Вопрос 2. «Математический взгляд»

Число атомов углерода  $n = X + Y + W + Z$

1 балл

Число атомов водорода «H»  $2n = 3X + 2Y + 1W - 2$

1 балл

Система математических уравнений

1 балл

Расчет  $W = X - 2Z - 2$

1 балл

Проверка формулы на изооктане

1 балл

---

**Итого: 7 баллов**

**Задание 8. Изменение массы цинковой пластинки** (max – 9 баллов)

Цинк как более активный металл вытесняет медь из раствора соли  $\text{CuSO}_4$ :



При добавлении избытка раствора гидроксида натрия выпадает осадок  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , а соль цинка превращается в растворимый гидроксокомплекс:



$$M_r(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 98; n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = m/M = 9.8/98 = 0.1 \text{ (моль)} \quad \mathbf{0.5 \text{ балла}}$$

Количество сульфата меди, оставшегося в растворе после реакции с цинком (ур-е 1), равно количеству полученного гидроксида меди (ур-е 2), то есть 0.1 моль.  $\mathbf{0.5 \text{ балла}}$

Масса осадка, полученного при взаимодействии с раствором сульфида аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ , складывается из масс  $\text{CuS}$  и  $\text{ZnS}$ .



$$n(\text{CuS}) = n(\text{CuSO}_4) = 0.1 \text{ моль}; M_r(\text{CuS}) = 96$$

$$m(\text{CuS}) = n \cdot M = 0.1 \cdot 96 = 9.6 \text{ (г)} \quad \mathbf{0.5 \text{ балла}}$$

$$m(\text{ZnS}) = 29 - m(\text{CuS}) = 29 - 9.6 = 19.4 \text{ (г)} \quad \mathbf{0.5 \text{ балла}}$$

$$n(\text{ZnS}) = m/M = 19.4/97 = 0.2 \text{ (моль)} = n(\text{ZnSO}_4), \text{ где } M_r(\text{ZnS}) = 97 \quad \mathbf{0.5 \text{ балла}}$$

Изменение массы пластинки (ПЛ – пластинка):

$$\begin{aligned} m(\text{ПЛ})_{\text{конеч}} &= m(\text{ПЛ})_{\text{исх}} - m(\text{Zn}) + m(\text{Cu}) = \\ &= m(\text{ПЛ})_{\text{исх}} - n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) + n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = \\ &= m(\text{ПЛ})_{\text{исх}} - 0.2 \text{ (г)} \end{aligned}$$

Масса пластинки уменьшилась на 0.2 г  $\mathbf{1.5 \text{ балла}}$

**Оценивание:**

1. Записано 5 уравнений

$1 \times 5 = 5 \text{ баллов}$

2. Информация из уравнений:

2.1.  $n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0.1 \text{ моль}$

$0.5 \text{ балла}$

2.2.  $n(\text{CuSO}_4) = 0.1 \text{ моль}$

$0.5 \text{ балла}$

2.3.  $m(\text{CuS}) = 9.6 \text{ г}$

$0.5 \text{ балла}$

2.4.  $m(\text{ZnS}) = 19.4 \text{ г}$

$0.5 \text{ балла}$

2.5.  $n(\text{ZnS}) = n(\text{ZnSO}_4) = 0.2 \text{ моль}$

$0.5 \text{ балла}$

3. Изменение массы пластинки

$1.5 \text{ балла}$

---

**Итого: 9 баллов**

**Задание 9. Вопросы общей химии ...****(max – 7 баллов)****Вопрос 1.**

Зависимость скорости реакции от температуры (в небольших температурных интервалах) можно приближенно описать правилом Вант-Гоффа:

$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

где  $\gamma$  – температурный коэффициент скорости химической реакции, который показывает во сколько раз увеличивается скорость реакции с повышением температуры реагирующих веществ на  $10^\circ$ .

В нашем случае  $\Delta t = t_2 - t_1 = -30^\circ$

$$v_{\text{конеч}}/v_{\text{нач}} = 1/27 = \gamma^{-3}$$

Получаем  $\rightarrow 1/27 = (1/3)^3 = \gamma^{-3}$ , откуда  $\gamma = 3$

**1 балл**

При повышении температуры на  $20^\circ$  скорость реакции возрастет:

$$\gamma^2 = 3^2 = 9 \text{ (раз)}$$

**1 балл**

*Ответ:*  $\gamma = 3$  и скорость возрастет в 9 раз.

**Вопрос 2.**

Исходные молярные концентрации CO и H<sub>2</sub>O составляют

$$C(\text{CO}) = 4/16 = 0.25 \text{ (моль/л)}$$

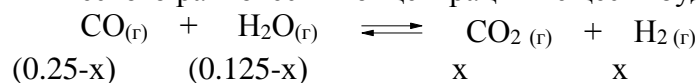
**0.5 балла**

$$C(\text{H}_2\text{O}) = 2/16 = 0.125 \text{ (моль/л)}$$

**0.5 балла**

Пусть в состоянии химического равновесия концентрация как CO<sub>2</sub>, так и водорода равна  $x$ .

После установления химического равновесия концентрации веществ будут следующие:

**1.5 балла**

Константа равновесия, расчет  $x$ :

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{x \cdot x}{(0.25-x) \cdot (0.125-x)} = 2$$

**1 балл**

$$2 \cdot (0.25-x) \cdot (0.125-x) = x^2$$

$$x^2 - 0.75x + 0.0625 = 0$$

$$x_1 = 0.375 + 0.2795 = 0.6545 \rightarrow \text{НЕТ!}$$

$$x_2 = 0.375 - 0.2795 = 0.0955 \text{ (моль/л)}$$

$$[\text{H}_2] = 0.0955 \text{ моль/л}$$

**0.5 балла**

Количество водорода в равновесной смеси равно

$$n(\text{H}_2) = C \cdot V = 0.0955 \cdot 16 = 1.528 \text{ (моль)}$$

**1 балл**

**Оценивание:**

Вопрос 1. «Скорость»

1.1. Вычислен температурный коэффициент

1 балл

1.2. Как изменится скорость реакции

1 балл

Вопрос 2. «Равновесие»

2.1. Исходные молярные концентрации

$0.5 \times 2 = 1$  балл

2.2. Концентрации в равновесии (в общем виде)

1.5 балла

2.3. Рассчитана равновесная концентрация водорода  $[H_2] = 0.0955$  моль/л

1.5 балла

2.4. Рассчитано количество водорода в равновесной смеси  $n(H_2) = 1.528$  моль

1 балл

---

**Итого: 7 баллов**