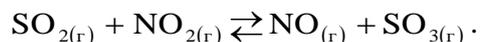


## Задания

### Олимпиадной части Всероссийского конкурса научных работ школьников «Юниор», Естественные науки, 11 класс

#### Задания, химия

1. При температуре  $T$  в реакционном сосуде протекает равновесная реакция



Равновесная смесь газов содержит 0,2 моль/л  $\text{SO}_3$ ; 0,4 моль/л  $\text{NO}$ ; 0,1 моль/л  $\text{NO}_2$  и 0,2 моль/л  $\text{SO}_2$ . В эту систему вводится дополнительно 0,3 моль/л  $\text{NO}_2$ . Определите  $K_c$  и новые равновесные концентрации реагентов.

2. В некотором органическом веществе  $X$  массовые доли водорода и углерода равны с точностью до  $\pm 0,1\%$ .

а) Предложите одну из возможных структурных формул вещества  $X$ .

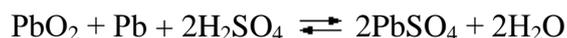
б) Напишите процесс, который позволяет обнаружить примесь этого вещества в воздухе?

в) Напишите уравнение реакции получения  $X$ .

г) Как изменится со временем давление в закрытом герметичном сосуде, в который помещен образец вещества  $X$ . Температура постоянна.

3. В свинцовом аккумуляторе протекают следующие процессы:

разрядка



зарядка

Плотность раствора серной кислоты в заряженном свинцовом аккумуляторе равна 1,28 г/мл, что соответствует массовой доле  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в растворе 36,87%. В разряженном свинцовом аккумуляторе плотность кислоты не превышает 1,10 г/мл, что соответствует массовой доле  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в растворе 14,35%.

а) Определите разность между объемами кислоты в случае заряженного и разряженного аккумулятора указанной мощности.

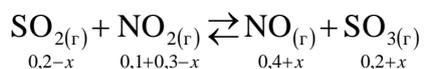
б) Рассчитайте массу концентрированной серной кислоты ( $\rho \approx 1,84$  г/мл), которую необходимо залить в аккумулятор мощностью 120 А·ч.

## Решения, химия

1. Рассчитаем константу равновесия по известным равновесным концентрациям компонентов  $\vec{C}_1$ :

$$K_c = \frac{\vec{C}_1(\text{NO}) \cdot \vec{C}_1(\text{SO}_3)}{\vec{C}_1(\text{SO}_2) \cdot \vec{C}_1(\text{NO}_2)} = \frac{0,4 \cdot 0,2}{0,2 \cdot 0,1} = 4;$$

Поскольку константа равновесия при фиксированной температуре остается постоянной, очевидно, что при введении дополнительного количества  $\text{NO}_2$ , концентрации  $\text{NO}$  и  $\text{SO}_3$  должны повыситься, а концентрации  $\text{NO}_2$  и  $\text{SO}_2$  – понизиться. Обозначим через  $x$  дополнительное количество  $\text{NO}$ , которое образовалось в системе в результате смещения равновесия. Выразим новые равновесные концентрации компонентов  $\vec{C}_2$  через  $x$  и старые равновесные концентрации. Подставим их в выражение для константы равновесия:



$$K = \frac{(0,4+x)(0,2+x)}{(0,2-x)(0,4-x)} = 4.$$

Решение данного уравнения дает  $x = 0,088$ . Таким образом, новые равновесные концентрации оказываются следующими:

$$\vec{C}_2(\text{NO}) = 0,488 \text{ моль/л} \quad \vec{C}_2(\text{SO}_3) = 0,288 \text{ моль/л}$$

$$\vec{C}_2(\text{SO}_2) = 0,112 \text{ моль/л} \quad \vec{C}_2(\text{NO}_2) = 0,312 \text{ моль/л}$$

**Ответ:** Новые равновесные концентрации:

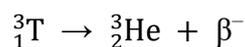
$$\vec{C}_2(\text{NO}) = 0,488 \text{ моль/л} \quad \vec{C}_2(\text{SO}_3) = 0,288 \text{ моль/л}$$

$$\vec{C}_2(\text{SO}_2) = 0,112 \text{ моль/л} \quad \vec{C}_2(\text{NO}_2) = 0,312 \text{ моль/л}$$

2. а) Масса атомов углерода в 12 раз больше самого легкого изотопа водорода. Для выравнивания масс атомов этих элементов в составе молекулы следует использовать более тяжелые изотопы водорода (дейтерий D, тритий T) или иметь в составе молекулы атомы других элементов, связанных с атомами водорода. Условию равенства массовых долей C и H удовлетворяет тетратритометан  $\text{CT}_4$ .

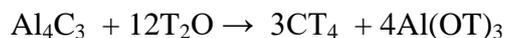
Формально условию равенства массовых долей C и H могут удовлетворять следующие соединения, например  $\text{CD}_3\text{NDND}_2$ ,  $\text{C}(\text{SiH}_3)_4$ , но информация об их устойчивости и области существования неизвестна.

б) Тетратритометан  $\text{CT}_4$  содержит радиоактивный тритий. Для трития характерен  $\beta^-$  распад:



Тритий в воздухе можно определить по наличие  $\beta^-$  излучения с помощью чувствительного дозиметра-радиометра.

в) Тетратритометан можно получить, как и метан, гидролизом карбидов металлов, но с тяжелой водой (тритьевой водой)



г) В соответствии с формальной схемой радиоактивного распада из одного моля газообразного  $\text{CT}_4$  образуется 4 моля газообразного  ${}^3_2\text{He}$ :



Следовательно со временем давление в герметичном сосуде будет расти за счет выделения гелия и при полном распаде трития возрастет в 4 раза по сравнению с исходным.

3. а) Согласно уравнению реакции, протекающей в свинцовом аккумуляторе, 2 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$  эквивалентны 2 моль  $\text{H}_2\text{O}$ , и 2 молям электронов. участвующих в окислении  $\text{Pb}$  и восстановлении  $\text{PbO}_2$ . Следовательно, при разрядке аккумулятора расходуется 196 г серной кислоты и образуется 36 г воды, а при зарядке - наоборот.

В соответствии с законом Фарадея, масса серной кислоты, расходуемая в результате работы аккумулятора мощностью 120 А·ч, равна

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{98 \cdot 120 \cdot 3600}{96500} = \frac{98 \cdot 120}{26,8} = 438,8\text{г}$$

При этом образуется вода, масса которой равна:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{18 \cdot 120 \cdot 3600}{96500} = \frac{18 \cdot 120}{26,8} = 80,6\text{г}$$

Пусть  $m_1$  - масса серной кислоты заряженного аккумулятора, а  $m_2$  - масса воды заряженного аккумулятора. Тогда массовая доля раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в заряженном аккумуляторе:

$$\omega_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = 0,3687$$

В результате разрядки масса серной кислоты уменьшилась до  $(m_1 - 438,8)$ , а воды увеличилась до  $(m_2 + 80,6)$ . Тогда массовая доля раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в разряженном аккумуляторе составляет:

$$\omega_2 = \frac{m_1 - 438,8}{m_1 - 438,8 + m_2 + 80,6} = 0,1435$$

Решая систему уравнений, находим:  $m_1 \approx 634,26$  г,  $m_2 \approx 1086,10$  г.

Масса раствора серной кислоты в заряженном аккумуляторе составляет  $634,26 + 1086,10 = 1720,36$  г, объем этого раствора  $V_1 = 1720,36 / 1,28 \approx 1344$  мл.

В разряженном аккумуляторе масса серной кислоты составляет  $634,26 - 438,8 = 195,46$  г, а масса воды  $1086,10 + 80,6 = 1166,7$  г. Масса раствора серной кислоты в разряженном аккумуляторе равна  $195,46 + 1166,7 = 1362,16$  г, а объем этого раствора  $V_2 = 1362,20 / 1,10 \approx 1238$  мл.

Разность между объемами кислоты в случае заряженного и разряженного аккумулятора указанной мощности составляет

$$\Delta V = V_1 - V_2 \approx 1344 - 1238 \approx 106 \text{ мл.}$$

б)  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) \approx 1,84 \cdot 106 \approx 196$  г,

**Ответ:**  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) \approx 195$  г,  $\Delta V \approx 106$  мл

## Задания, биология и экология

**Задание А. На каждый вопрос даны четыре варианта ответов. Необходимо выбрать только один правильный и внести его в матрицу.**

1. Цветок с верхней завязью имеется у:  
а) кабачка; б) гороха; в) одуванчика; г) груши.
2. Цветки собраны в простое соцветие у:  
а) пшеницы; б) укропа; в) огурца; г) клевера.
3. На одном растении фасоли имеются цветки:  
а) только тычиночные или только пестичные; б) и тычиночные и пестичные;  
в) обоеполые; г) обоеполые и бесплодные.
4. После оплодотворения из стенок завязи развивается:  
а) зародыш; б) семенная кожура; в) плод; г) эндосперм.
5. Вода и минеральные вещества движутся от корней к листьям по:  
а) ситовидным трубкам; б) сосудам; в) клеточным стенкам; г) волокнам.
6. У кого из перечисленных животных отсутствует личиночная стадия развития:  
а) саламандра; б) крокодил; в) аскарида; г) лягушка.
7. Один круг кровообращения имеется у:  
а) ланцетника; б) удава; в) тритона; г) утконоса
8. У какого моллюска отсутствует тёрка (радула)?  
а) каракатица; б) прудовик; в) мидия; г) катушка.
9. Для какого из паразитических червей человек не является окончательным хозяином?  
а) эхинококк; б) бычий цепень; в) острица; г) печёночный сосальщик.
10. Челюсти отсутствуют у:  
а) севрюги; б) миноги; в) ската; г) камбалы.
11. Обратному всасыванию в нефронах почки не подвергается:  
а) глюкоза; б) мочевины; в) ионы натрия; г) аминокислоты.
12. Клетки желез желудка человека выделяют:  
а) соляную кислоту; б) слизь; в) пепсин; г) все ответы верны.
13. Полуподвижно соединены между собой:  
а) позвонки поясничного отдела; б) тазовые кости; в) позвонки копчикового отдела;  
г) кости крыши черепа.
14. Функцией плаценты не является:  
а) обмен газами между организмом матери и ребенка;

- б) обмен питательными веществами между организмом матери и ребенка;
- в) выделение гормонов;
- г) защита зародыша от механических воздействий.

15. В сердце человека двустворчатый клапан расположен между:

- а) правым предсердием и правым желудочком;
- б) левым предсердием и левым желудочком;
- в) левым и правым предсердиями;
- г) левым и правым желудочками.

16. Сера не входит в состав:

- а) аминокислот; б) полисахаридов; в) белков; г) ДНК.

17. Клеточными структурами, построенными только из белков, являются:

- а) митохондрии; б) хромосомы; в) микротрубочки; г) рибосомы.

18. В клетках животных наиболее разнообразны:

- а) РНК; б) углеводы; в) белки; г) липиды.

19. Клетки высших растений, в отличие от клеток многоклеточных животных, не содержат:

- а) аппарата Гольджи; б) микротрубочек; в) лизосом; г) центриолей.

20. Хромосомы выстраиваются на экваторе в процессе митоза в:

- а) метафазе; б) анафазе; в) телофазе; г) профазе.

21. Сходство по форме передних конечностей морских черепах и ластоногих - это результат:

- а) дифференцировки; б) родства; в) полиморфизма; г) конвергенции.

22. Борщевик Сосновского включен:

- а) как редкое исчезающее растение в «Красную книгу»;
- б) как опасное сорное растение в «Черную книгу»;
- в) как растение, спасенное человеком от полного исчезновения в «Зеленую книгу»;
- г) как ценное лекарственное растение в «Фармакопею».

23. Какие экосистемы с низкой продуктивностью являются накопителями органического вещества?

- а) тайга и степь; б) холодная тундра и анаэробные болота;
- в) дождевые тропические и широколиственные леса; г) степь и полупустыня.

24) Основная причина сокращения природных популяций ковыля – это:

- а) незаконный сбор лекарственного сырья;
- б) снижение численности насекомых-опылителей;
- в) распашка природных мест произрастания ковыля;
- г) незаконный сбор цветков на букеты.

25) «Парниковый эффект» связан с накоплением в атмосфере Земли:

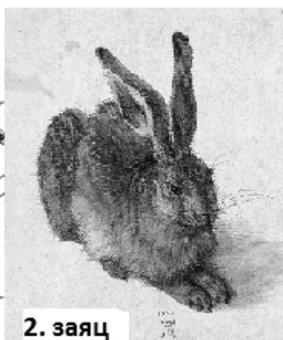
а) азота и озона; б) кислорода и метана; в) метана и углекислого газа; г) озона и фреона.

### Задание Б.

*Из объектов, изображенных на рисунках 1-6, соберите детритную пищевую цепь, состоящую из 4 звеньев.*



1. кабан



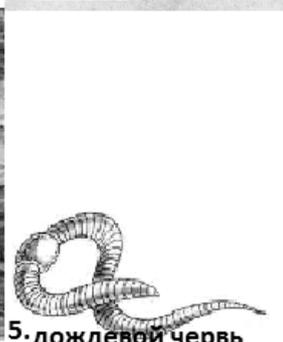
2. заяц



3. петух



4. лиственной опад



5. дождевой червь



6. лиса

### Задание В.

Мужчина с нормальным зрением, у отца которого была первая группа крови, имеет третью группу крови. Он вступил в брак с женщиной с нормальным зрением и со второй группой крови. У них родился сын-дальтоник с первой группой крови.

1. Какие группы крови могут быть у детей от этого брака?
2. Какова вероятность того, что от этого брака родится мальчик с нормальным зрением и с третьей группой крови?

**Лист ответов.****ШИФР****Задание А**

	<b>а</b>	<b>б</b>	<b>в</b>	<b>г</b>		<b>а</b>	<b>б</b>	<b>в</b>	<b>г</b>	
<b>1</b>						<b>14</b>				
<b>2</b>						<b>15</b>				
<b>3</b>						<b>16</b>				
<b>4</b>						<b>17</b>				
<b>5</b>						<b>18</b>				
<b>6</b>						<b>19</b>				
<b>7</b>						<b>20</b>				
<b>8</b>						<b>21</b>				
<b>9</b>						<b>22</b>				
<b>10</b>						<b>23</b>				
<b>11</b>						<b>24</b>				
<b>12</b>						<b>25</b>				
<b>13</b>										

**Задание Б.**

<b>Звено детритной цепи</b>	<b>1 (начало)</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 (конец)</b>
<b>Номер на рисунке</b>				

**Задание В.**

- 1.**
- 2.**

Решения, биология и экология

Задание А (по 0,6 балла за правильный ответ, итого 15 баллов)

	а	б	в	г			а	б	в	г
1		■				14				■
2				■		15		■		
3			■			16				■
4			■			17			■	
5		■				18	■			
6		■				19				■
7	■					20	■			
8			■			21				■
9	■					22		■		
10		■				23		■		
11		■				24			■	
12				■		25			■	
13	■									

Задание Б. (по 0,5 балла за правильный ответ, итого 2 балла)

Звено детритной цепи	1 (начало)	2	3	4 (конец)
Номер на рисунке	4	5	3	6

Задание В. Всего 8 баллов, по 4 балла за вопросы 1 и 2.

1. Все 4 группы: I(0), II(A0), III(B0), IV(AB)

2. Вероятность  $1/16$ , т.е.  $1/2$  (мальчик)  $\times$   $1/2$  (норм. зрение)  $\times$   $1/4$  (группа крови)