

**Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор»,
профиль «Естественные науки»,
Решения и критерии оценивания задач олимпиадной части финала конкурса
2024-2025 учебного года, 11 класс
Олимпиада по химии**

1. Изобразите электронное строение комплексных ионов $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ и $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$. Какую геометрическую форму они имеют. Сравните их магнитные свойства, какой ион парамагнитен, какой диамагнитен?

Для иллюстрации своего ответа представьте электронное строение ионов в виде энергетических ячеек.

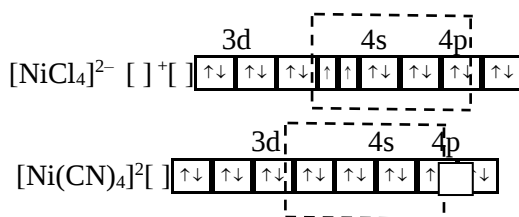
Решение. Запишем электронные формулы атома и иона никеля:



Ионы Cl^- и CN^- образуют донорно-акцепторные связи с ионом никеля, предоставляя неподеленные электронные пары на вакантные орбитали иона никеля. Ион Cl^- обладает слабым электромагнитным полем и не изменяет электронной конфигурации иона никеля. В образовании связи участвуют свободные s- и три p-орбитали, тип гибридизации sp^3 , форма иона $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ – тетраэдр.

Ионы CN^- обладают сильным электромагнитным полем, объединяют два неспаренных d-электрона. В образовании связи участвуют свободные орбитали: одна d-, одна s- и две p-орбитали, тип гибридизации dsp^2 , форма иона $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ – плоский квадрат.

Электронные конфигурации ионов $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ и $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$



В электронной конфигурации иона $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ сохранились два неспаренных электрона, такой ион будет обладать магнитными свойствами, он парамагнитен. В электронной конфигурации иона $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ нет неспаренных электронов, такой ион не будет обладать магнитными свойствами, он диамагнитен.

2. Для обратимой реакции $A_{(г)} + B_{(г)} \rightleftharpoons C_{(г)} + D_{(г)}$ константа равновесия K_c равна 1,0.

- а) Определите, будет ли система находиться в равновесии при следующем составе: $C_A = 10,0$ моль/л, $C_B = 5$ моль/л, $C_C = 10,0$ моль/л, $C_D = 20,0$ моль/л. Если система не находится в равновесии, то в каком направлении смещена реакция?
- б) Какими будут концентрации компонентов, когда система придет в равновесие?

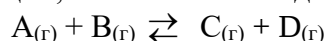
Решение:

а) Рассчитаем ПК (произведение концентраций) для заданной реакции, которое представляет собой соотношение произведения заданных концентрации продуктов и исходных веществ с учетом стехиометрических коэффициентов, и сравним с заданной константой равновесия

$$\text{ПК} = \frac{C(C) \cdot C(D)}{C(A) \cdot C(B)} = \frac{10 \cdot 20}{10 \cdot 5} = 4$$

Так как $\text{ПК} > K_c$, система не в равновесии, для восстановления равновесия реакция сместиться к исходным веществам.

б) Определим равновесные концентрации, обозначив их под каждым компонентом в равновесии:



равновесные концентрации, $\tilde{C}$: 10-x 5-x 10+x 20+x

$$K_C = \frac{\vec{C}(C) \cdot \vec{C}(D)}{\vec{C}(A) \cdot \vec{C}(B)} = \frac{(10+x) \cdot (20+x)}{(10-x) \cdot (5-x)} = 1,$$

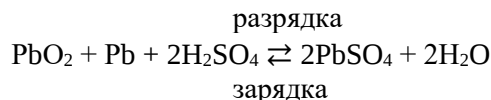
$$x = -3,33.$$

Равновесные концентрации: $\vec{C}(A) = 13,33 \text{ моль/л}$, $\vec{C}(B) = 8,33 \text{ моль/л}$, $\vec{C}(C) = 6,77 \text{ моль/л}$,
 $\vec{C}(D) = 16,77 \text{ моль/л}$

Ответ: а) не в равновесии, равновесие смещено вправо,

б) $\vec{C}(A) = 13,33 \text{ моль/л}$, $\vec{C}(B) = 8,33 \text{ моль/л}$, $\vec{C}(C) = 6,77 \text{ моль/л}$, $\vec{C}(D) = 16,77 \text{ моль/л}$

3. В свинцово-кислотном аккумуляторе протекают следующие процессы:



Плотность раствора серной кислоты в заряженном свинцовом аккумуляторе при 25°C для нашей климатической зоны равна 1,27 г/мл, что соответствует массовой доле H₂SO₄ в растворе 36,19%. В разряженном свинцовом аккумуляторе плотность кислоты обычно равна 1,1 г/мл, что соответствует массовой доле H₂SO₄ в растворе 14,73%.

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

б) Рассчитайте массу концентрированной серной кислоты ($\rho \approx 1,84 \text{ г/мл}$), которую необходимо залить в аккумулятор легкового автомобиля мощностью 80 А·ч.

Решение:

а) Согласно уравнению реакции, протекающей в свинцовом аккумуляторе, 2 моль H₂SO₄ эквивалентны 2 моль H₂O, и 2 молям электронов, участвующих в окислении Pb и восстановлении PbO₂. 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 80 А·ч, равна

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{98 \cdot 80 \cdot 3600}{96500} = \frac{98 \cdot 80}{26,8} = 292,54 \text{ г}$$

При этом образуется вода, масса которой равна:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{18 \cdot 80 \cdot 3600}{96500} = \frac{18 \cdot 80}{26,8} = 53,73 \text{ г}$$

Пусть m_1 - масса серной кислоты заряженного аккумулятора, а m_2 - масса воды заряженного аккумулятора. Тогда массовая доля раствора H₂SO₄ в заряженном аккумуляторе:

$$\omega_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = 0,3619$$

В результате разрядки масса серной кислоты уменьшилась до

($m_1 - 292,54$), а воды увеличилась до ($m_2 + 53,73$). Тогда массовая доля раствора H₂SO₄ в разряженном аккумуляторе составляет:

$$\omega_2 = \frac{m_1 - 292,54}{m_1 - 292,54 + m_2 + 53,73} = 0,1473$$

Решая систему уравнений, находим: $m_1 \approx 443,69 \text{ г}$, $m_2 \approx 782,32 \text{ г}$.

Масса раствора серной кислоты в заряженном аккумуляторе составляет $443,69 + 782,32 = 1226,01 \text{ г}$, объем этого раствора $V_1 = 1226,01 / 1,27 \approx 965,37 \text{ мл}$.

В разряженном аккумуляторе масса серной кислоты составляет $443,69 - 292,54 = 151,15 \text{ г}$, а масса воды $782,32 + 53,73 = 836,05 \text{ г}$. Масса раствора серной кислоты в разряженном аккумуляторе равна

$151,15 + 836,05 = 987,2 \text{ г}$, а объем этого раствора

$V_2 = 987,2 / 1,10 \approx 897,45 \text{ мл}$.

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

$$\Delta V = V_1 - V_2 \approx 965,37 - 897,45 = 67,92 \approx 68 \text{ мл}.$$

б) $m(\text{H}_2\text{SO}_4) \approx 1,84 \cdot 68 = 125,12 \approx 125 \text{ г}$,

Ответ: $m(\text{H}_2\text{SO}_4) \approx 125 \text{ г}$, $\Delta V \approx 68 \text{ мл}$

**Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор»,
профиль «Естественные науки»,
Решения и критерии оценивания задач олимпиадной части финала конкурса
2024-2025 учебного года
Олимпиада по биологии**

Задание 1. На каждый вопрос даны четыре варианта ответов. Необходимо выбрать только один правильный и внести его в матрицу.

1. К сложным соцветиям относится:

а) головка клевера; б) кисть ландыша; в) метелка проса; г) початок белокрыльника.

2. Соцветие тычиночных цветков кукурузы:

а) метелка из колосков; б) початок; в) зонтик; г) сложный колос

3. Для каких растений в семени характерен щиток?

а) томат; б) сосна; в) тюльпан; г) пшеница.

4. Какие растения формируют корневую систему без главного корня?

а) ламинария; б) сфагнум; в) щитовник мужской; г) гингко.

5. Водные растения с погруженными в воду листьями:

а) имеют устьица на верхней стороне листа; б) имеют устьица на нижней стороне листа;
в) устьица распределены равномерно между верхней и нижней сторонами; г) не имеют устьиц.

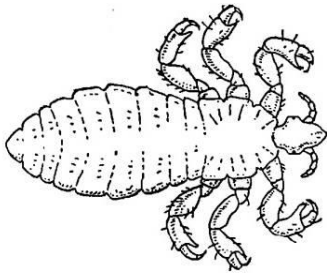
6. У бычьего цепня имеются специальные органы:

а) дыхания и выделения; б) только для дыхания; в) только для выделения; г) ни для дыхания, ни для выделения.

7. Какие органы развиваются из мезодермы у плоских червей?

а) мышцы и эпителий; б) мышцы и паренхима; в) кишечник и паренхима; г) кишечник и мышцы.

8. На рисунке изображена:



а) личинка клеща; б) личинка блохи; в) куколка блохи; г) взрослая вошь.

9. Двигательные нейроны (мотонейроны), активация которых вызывает сокращение скелетных мышц, расположены:

а) в задних корешках спинного мозга; б) в передних корешках; в) в задних рогах спинного мозга; г) передних рогах

10. Половые гормоны у млекопитающих являются:

а) стероидами; б) гетероциклическими основаниями; в) белками; г) производными тирозина.

11. Гипофиз функционально связан главным образом с:

а) эпифизом; б) таламусом; в) гипоталамусом; г) эпителиальным мозгом.

12. Ведущая роль в поддержании постоянной температуры тела принадлежит терморецепторам, расположенным в:

а) стенках аорты; б) гипоталамусе; в) гипофизе; г) продолговатом мозге.

13. Вторичная капиллярная сеть у млекопитающих есть в:

а) печени; б) сердце; в) мозжечке; г) легких.

14. Какая из перечисленных органелл встречается и в прокариотической и в эукариотической клетке:

а) нуклеоид; б) митохондрии; в) клеточная стенка; г) цитоскелет.

15. Клетки растений, в отличие от клеток животных, не содержат:

а) центриоли; б) центральную вакуоль; в) митохондрии; г) рибосомы.

16. Какие органеллы клетки окружены одной мембраной:

а) митохондрии; б) лизосомы; в) ядро; г) микротрубочки;

17. Нити митотического веретена представляют собой

а) микрофиламенты; б) целлюлозные волокна; в) промежуточные филаменты;

г) микротрубочки.

18. К полимерам относятся

а) целлюлоза, сахароза, крахмал; б) инсулин, гликоген, холестерин;

в) крахмал, инсулин, целлюлоза; г) кератин, лецитин, гликоген.

19. Женская гетерогаметность характерна для

а) рыб; б) птиц; в) млекопитающих; г) все ответы верны.

20. К анализирующему скрещиванию относят скрещивание типа

а) AaBB x AaBb; б) AABb x Aabb; в) Aabb x aaBb; г) ни один из ответов не верен.

Задание 2. Установите соотношение между жилкованием листьев и видом растения.

РАСТЕНИЕ: А) клён; Б) ковыль; В) вороний глаз; Г) гладиолус; Д) подорожник большой; Е) шиповник; Ж) пырей

ЖИЛКОВАНИЕ ЛИСТЬЕВ: 1) Сетчатое; 2) Дуговое; 3) Параллельное.

Внесите результаты в матрицу ответов.

Задание 3.

У кроликов доминантный аллель гена R вызывает чёрный цвет шерсти. Доминантный аллель другого гена A вызывает рыжий цвет шерсти. Гены находятся на разных хромосомах. Если доминантные аллели двух генов встречаются совместно, они взаимодействуют с образованием серой окраски шерсти. При взаимодействии двух рецессивных аллелей в гомозиготном состоянии возникает кремовая окраска.

Скрестили самца из чистой линии с чёрным цветом шерсти и самку из чистой линии с рыжим цветом шерсти. Все потомки первого поколения были серого цвета. Во втором поколении были получены кролики чёрного, серого, рыжего и кремового цвета. В каком соотношении присутствовали кролики с разной окраской шерсти во втором поколении?

Из второго поколения взяли серого самца и рыжую самку. От них было получено потомство (третье поколение), в котором было 14 рыжих, 15 серых, 5 черных и 6 кремовых кроликов. Какими были генотипы самца и самки в этом скрещивании? Какая часть серых самок третьего поколения при скрещивании с кремовыми самцами будет иметь в потомстве кремовых крольчат?

Ответы

Задание 1. (по 0,25 x 20=5 баллов)

	а	б	в	г			а	б	в	г
1			X			11			X	
2	X					12		X		
3				X		13	X			
4			X			14			X	
5				X		15	X			
6			X			16		X		
7		X				17				X
8				X		18			X	
9		X				19		X		
10	X					20				X

Задание 2. По 1 баллу x 7 = 7 баллов

Установите соотношение между жилкованием листьев и видом растения.

РАСТЕНИЕ: А) клён; Б) ковыль; В) вороний глаз; Г) гладиолус; Д) подорожник большой; Е) шиповник; Ж) пырей

ЖИЛКОВАНИЕ ЛИСТЬЕВ: 1) Сетчатое; 2) Дуговое; 3) Параллельное.

Растение	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
Жилкование	1	3	1	3	2	1	3

Задание 3

1. чёрные : серые : рыжие : кремовые = 3 : 9 : 3 : 1 **3 балла;**

2. серый самец во втором скрещивании, генотип – RrAa **3 балла;**

рыжая самка во втором скрещивании, генотип – rrAa **3 балла;**

3. 2/3 серых самок третьего поколения дадут кремовых крысят. **4 балла**