

**Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор»,
профиль «Естественные науки»,
Решения и критерии оценивания задач олимпиадной части финала конкурса
2024-2025 учебного года, 9 класс
Олимпиада по химии**

1. Изотоп ^{11}C , который применяется как радиоактивная метка, подвергается позитронному распаду (β^+) с образованием изотопа ^{11}B . Изотоп ^{27}Mg подвергается β^- радиоактивному распаду с образованием изотопа ^{27}Al . Взяли два образца этих радиоактивных изотопов. Первый образец массой m состоял из чистого изотопа ^{11}C с периодом полураспада $t_{1/2(I)} = 20$ минут. Второй, имеющий в четыре раза большую массу, состоял из чистого изотопа ^{27}Mg с периодом полураспада $t_{1/2(II)} = 10$ минут. Через какой промежуток времени массы изотопов ^{11}C и ^{27}Mg сравняются? Массой испускаемых β^+ и β^- -частиц можно пренебречь.

Решение:

Радиоактивный распад – это процесс, скорость которого подчиняется кинетическому уравнению 1-порядка.

Запишем уравнение в экспоненциальной форме:

$$m = m_0 \cdot e^{-kt}$$

Так как радиоактивный распад подчиняется законам кинетики 1-го порядка, константу скорости реакции можно вычислить, зная период полупревращения.

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}, \text{ откуда } k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$\text{Тогда } m = m_0 \cdot e^{-kt} = m_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t}$$

$$\text{Для изотопа } ^{11}\text{C}: m = m_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t}$$

$$\text{Для изотопа } ^{27}\text{Mg}: m = 4 m_0 \cdot e^{-\frac{2 \ln 2}{t_{1/2}} t}$$

Приравняем массы и прологарифмируем выражение

$$m_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t} = 4 m_0 \cdot e^{-\frac{2 \ln 2}{t_{1/2}} t}$$

Получим:

$$-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t = \ln 4 - \frac{2 \ln 2}{t_{1/2}} t$$

$$\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t = 2 \ln 2$$

$$t = 2 t_{1/2} \text{ изотопа } ^{11}\text{C}$$

Ответ: через 40 минут массы изотопов сравняются.

2. В реакционные сосуды одинаковой формы и объема прилили одинаковые объемы раствора сульфата двухвалентного металла и поместили в них цинковую и железную пластинки. Массовая доля металла в сульфате равна 38,04%. Через несколько часов пластинки вынули, высушили и взвесили. Масса первой пластинки уменьшилась на 3 г, а масса второй – увеличилась. Скорость растворения цинковой пластинки при условиях эксперимента оказалась в два раза больше, чем скорость растворения железной пластинки. Сульфат какого двухвалентного металла находился в исходном растворе, как окрашен раствор этой соли? На сколько увеличилась масса второй пластинки? На сколько изменилась масса каждого раствора?

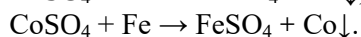
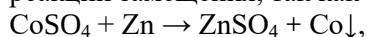
Решение:

Определим раствор сульфата какого металла взят для эксперимента, рассчитав его молярную массу, $M(X)$:

$$\omega(X) = 38,04\%; M(X) = 38,04 \cdot 96 / 100 - 38,04 = 58,9 \text{ г/моль}; X - \text{это } \text{Co}.$$

Для эксперимента взят раствор сульфата кобальта CoSO_4 , раствор окрашен в розовый цвет.

Реакции, которые будут происходить при погружении металлических пластинок в раствор соли кобальта. Это реакции замещения, так как цинк и железо более активные металлы и в ряду напряжений стоят левее кобальта:



Определим изменение массы железной пластинки:

Обозначим за x количество растворившегося цинка, а $0,5 \cdot x$ – количество растворившегося железа. Это следует из того, что скорость растворения цинка в два раза больше, чем скорость растворения железа. Изменение массы первой пластинки связано с растворением Zn и осаждением Co, количества растворившегося цинка и осажденного кобальта одинаковы в соответствии с уравнением реакции: $\Delta m_{\text{цинковой пластинки}} = 58,9x - 65,4x = -3; 6,5x = 3; x = 0,46$ моль

Тогда количество растворившегося железа

$$n(\text{Fe}) = 0,5x = 0,23 \text{ моль.}$$

Изменение массы железной пластинки:

$$\Delta m_{\text{железной пластинки}} = 58,9 \cdot 0,5x - 55,9 \cdot 0,5x = 0,69 \text{ г.}$$

Определим изменение масс растворов:

Масса первого раствора увеличилась на 3 г, масса второго раствора уменьшилась на 0,69 г.

Ответ: CoSO_4 , $\Delta m_{\text{раствора 2}} = 0,69$ г, (уменьшилась), $\Delta m_{\text{раствора 1}} = 3,0$ г, (увеличилась)

3. Через электролизер с платиновым катодом и графитовым анодом, содержащий 100 г. раствора нитрата меди (II) с массовой долей соли 37,8% пропущен постоянный ток. Количество электричества, пропущенное через электролизер, оказалось равным количеству электричества, которое способно вызвать полное разложение 15 г гидроксида натрия. После окончания эксперимента электролизер был оставлен на ночь. На следующий день платиновые электроды вынуты из электролита, промыты, высушены и взвешены. Изменение массы одного из них составило 5,95 г. Объясните результаты эксперимента, приведите соответствующие расчеты и реакции.

Решение:

При электролизе раствора нитрата меди на электродах будут протекать следующие реакции:

На платиновом катоде: $\text{Cu}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cu} \downarrow$

На графитовом аноде: $2\text{H}_2\text{O} + 4e \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$

Количество электричества при электролизе гидроксида натрия и раствора нитрата меди (II) одинаково, можно записать следующие выражения, используя закон Фарадея:

$$m(\text{B}) = \frac{M(\text{B}) \cdot I \cdot t}{n \cdot F} \quad , \quad I \cdot t = \frac{m(\text{NaOH}) \cdot n_1 \cdot F}{M(\text{NaOH})} = \frac{m(\text{Cu}) \cdot n_2 \cdot F}{M(\text{Cu})}$$

где n – число электронов, участвующих в электродных реакциях, для NaOH $n_1=1$, для Cu^{2+} $n_2=2$.

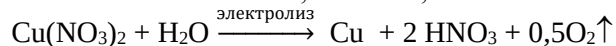
Найдем массу и количество меди, которая выделилась на платиновом катоде:

$$m(\text{Cu}) = \frac{m(\text{NaOH}) \cdot M(\text{Cu}) \cdot n_1}{M(\text{NaOH}) \cdot n_2} = \frac{15 \cdot 63,6 \cdot 1}{40 \cdot 2} = 11,925 \text{ г}$$

Количество меди составит:

$$n(\text{Cu}) = m(\text{Cu}) / M(\text{Cu}) = 0,188 \text{ моль}$$

При электролизе раствора нитрата меди в электролизере протекает реакция и в электролите накапливается азотная кислота в количестве 0,376 моль, в соответствии с уравнением электролиза:



За время стояния электролизера прошла реакция взаимодействия выделившейся меди с 0,376 моль азотной кислоты:



Количество меди, которое при этом растворилось равно 0,094 моль или 5,978 г, следовательно, масса меди на катоде уменьшилась и составила

$$11,925 - 5,978 = 5,947 \approx 5,95 \text{ г.}$$

Ответ: Изменение массы катода составляет 5,95 г.

Председатель методической комиссии,
Январь 2025 г.

**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.

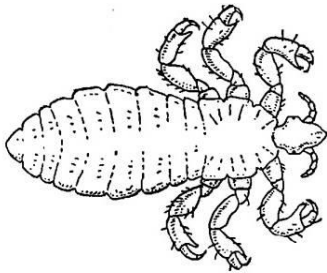
6. У бычьего цепня имеются специальные органы:

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**