



1

Фамилия _____
(печатными буквами) (не заполнять)
Имя _____
(печатными буквами)
Отчество _____
(печатными буквами) Подпись



«Утверждаю»
Председатель оргкомитета олимпиады

Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор»,
Секция «Химия», 10 класс

1. Водный раствор натриевой соли одноосновной карбоновой кислоты подвергли электролизу с инертными электродами. На аноде образовались газообразный и жидкий продукты. При пропускании газообразного продукта через промывную склянку, заполненную концентрированным раствором КОН, масса, которого равна 64,27 г. После окончания электролиза масса жидкости в промывной склянке возросла до 68,67 г. Напишите уравнение реакции электролиза.

Определите:

- неизвестный жидкий продукт, образовавшийся на аноде. Если массовая доля углерода в нем 84,21%. Назовите его.
- массу жидкого продукта электролиза.

Решение

Уравнение анодной реакции электролиза (реакция Кольбе)

на катоде: $2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2$,

на аноде: $2\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO}^- - 2\text{e} = \text{C}_n\text{H}_{2n+1} - \text{C}_n\text{H}_{2n+1} + 2\text{CO}_2$

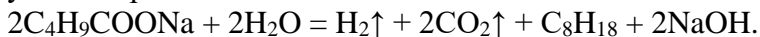
а) Определим состав образовавшейся жидкости, т.е. углеводорода:

$$n(\text{C}):n(\text{H}) = \omega(\text{C})/M(\text{C}) : \omega(\text{H})/M(\text{H}); n(\text{C}):n(\text{H}) = 0,8421/12 : 0,1579/1 \\ = 7,02:15,79 = 1:2,25$$

Приведем к целочисленному соотношению. Простейшая формула углеводорода C_4H_9 . Такого углеводорода не существует. При удвоении индексов получаем формулу C_8H_{18} - это октан. Октан при нормальных условиях – жидкое вещество

б) Определим массу образовавшегося октана.

По уравнение электролиза на два моля CO_2 на аноде образуется 1 моль углеводорода



Рассчитаем количество образовавшегося CO_2 , октана и массу октана

$$n(CO_2) = (68,67 - 64,27) / 44 = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(C_8H_{18}) = 0,05 \text{ моль}$$

$$m(C_8H_{18}) = n(C_8H_{18}) \cdot M(C_8H_{18}) = 5,7 \text{ г. } 0,05 \cdot 114,23 = 5,7 \text{ г.}$$

Ответ: C_8H_{18} =октан, $m(C_8H_{18}) = 5,7 \text{ г.}$

2. Два открытых сосуда поместили в герметичный контейнер. В первом сосуде находилось 400 г 25 % раствора сульфата магния, а во втором – 20 г безводного сульфата натрия. Через некоторое время в первом сосуде стали выпадать кристаллы. Определите формулу кристаллов и найдите массу кристаллов, выпавших в первом сосуде после того как вес второго сосуда перестал меняться. Растворимость сульфата магния примите равной 35,5 г на 100 г воды.

Решение:

Вода из первого сосуда испаряется, а безводная соль поглощает эту воду, превращаясь в кристаллогидрат. Исходный раствор сульфата магния становится пересыщенным из него выпадают кристаллы $MgSO_4 \cdot 7H_2O$.

а) Определим массу растворенной соли $MgSO_4$ в первом сосуде (m_1):

$$m_1 = 0,25 \cdot 400 = 100 \text{ г.}$$

В первом сосуде находится ненасыщенный раствор сульфата магния, так как в 300 г воды могут раствориться $35,5 \cdot 3 = 106,5 \text{ г}$ соли.

б) Определим массу воды, которую поглотит безводный сульфат натрия, превращаясь в 10-водный кристаллогидрат $Na_2SO_4 \cdot 10 H_2O$:

$$m(\text{воды}) = 10 M(H_2O) \cdot 20 / 142 = 180 \cdot 20 / 142 = 25,34 \text{ г}$$

в) В результате испарения воды и достижения состояния насыщения из раствора сульфата магния будут выпадать кристаллогидраты $MgSO_4 \cdot 7H_2O$

$$M(MgSO_4) = 120 \text{ г/моль}, M(MgSO_4 \cdot 7H_2O) = 246 \text{ г/моль},$$

Масса насыщенного раствора, после выпадения кристаллов $MgSO_4 \cdot 7H_2O$:

$$m(\text{нас.р.}) = 400 - 25,34 - x, \text{ где } x - \text{масса кристаллов.}$$

г) Масса растворенного $MgSO_4$ в растворе после выпадения кристаллов (m_2):

$$m_2 = 100 - x \cdot 120/246$$

Учитывая, что 135,5 г насыщенного раствора содержит 35,5 г $MgSO_4$ в растворе, получим уравнение для расчета m_2 :

$$m_2 = m(\text{нас.р.}) \cdot 35,5/135,5 = 100 - x \cdot 120/246,$$

$$(400 - 25,34 - x) \cdot 35,5/135 = 100 - x \cdot 120/246$$

Отсюда масса, выпавших кристаллов $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (x):

$$m(\text{кристаллов}) = x = 8,16 \text{ г}$$

Ответ: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 8,16 г.

3. Определите состав молекулы $ЭC1n$, массовая доля хлора, в котором 66,20%. Сделайте предположение о типе гибридизации атомных орбиталей атома Э и пространственной конфигурации соединения.

Решение.

1) Выразим массовую долю хлора, обозначив молярную массу атомов Э через $M_Э$:

$$\omega(Cl) = n \cdot 35,5 / (n \cdot 35,5 + M_Э) = 0,6620;$$

2) Найдем соотношение между $M_Э$ и n , то есть сочетание массы и валентности в соединении так как n - это валентность элемента.

$$35,5n = 0,6620 \cdot M_Э + 23,501n,$$

$$11,999n = 0,6620 \cdot M_Э, M_Э = 18,125n.$$

Поскольку n - валентность элемента, и, соответственно, целое число, можно определить массу атомов Э подбором, сопоставляя значения с молярными массами атомов элементов по периодической системе.

n	$M_Э$		n	$M_Э$
1	18,125		4	72,500
2	36,250		5	90,625
3	54,325		6	108,030

Сочетание массы и валентности подходит для германия ($M_{\text{Ge}} = 72.59$).
Элементы 5-8 групп с переменной валентностью не дают данного сочетания. Исследуемое соединение – тетрахлорид германия.

2) В соответствии с электронным строением Ge ${}_{32}\text{Ge}[]4s^24p^2$ или ${}_{32}\text{Ge}^*[]4s^14p^3$ в гибридизации могут участвовать орбитали с s - и p -валентными электронами, это sp^3 -гибридизация.

Ответ: GeCl_4 , тетраэдрическая конфигурация, sp^3 -гибридизация.

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) устья 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?

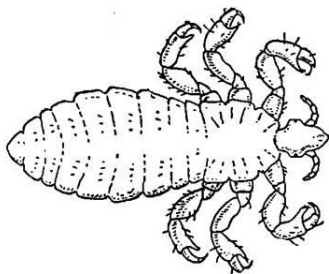
а) мышцы и эпителий;

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) эпиталамусом.

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.

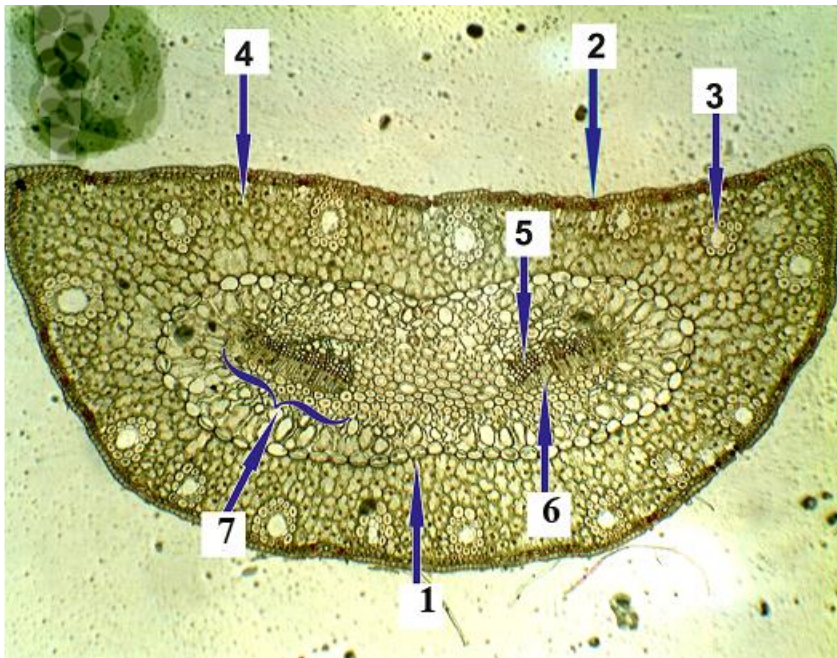
20. К анализирующему скрещиванию относят скрещивание типа

- а) $AaBB \times AaBb$;
- б) $AABb \times Aabb$;
- в) $Aabb \times aaBb$;
- г) ни один из ответов не верен.

Задание 2. Перед Вами срез органа растения.

1. Какой это орган?

2. К какому классу относится это растение?
3. Выберите из списка названия структур, соответствующие цифрам на рисунке.



Список структур: ксилема; флоэма; камбий; сосудисто-волокнистый пучок; эндодерма; смоляной ход; губчатый мезофилл; устьице; эпидермис; перицикл.

Задание 3.

У крыс доминантный аллель гена R вызывает чёрный цвет шерсти. Доминантный аллель другого гена A вызывает жёлтый цвет шерсти. Гены находятся на разных хромосомах. Если доминантные аллели двух генов встречаются совместно, они взаимодействуют с образованием серого 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 жёлтым цветом шерсти. Все потомки первого поколения были серого цвета. Во втором поколении были получены крысы чёрного, серого, жёлтого и кремового цвета. В каком

соотношении присутствовали крысы с разной окраской шерсти во втором поколении?

Из второго поколения взяли серого самца и желтую самку. От них было получено потомство (третье поколение), в котором было 14 желтых, 15 серых, 5 черных и 6 кремовых крыс. 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 крысят?

Лист ответов **Фамилия И.О.**

ШИФР

Задание 1

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

Задание 2.

Орган: _____

Класс растения: _____

Номер	Название структуры
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

Задание 3

1. чёрные : серые : жёлтые : кремовые = : : :
2. серый самец во втором скрещивании, генотип –
жёлтая самка во втором скрещивании, генотип –
3. _____ серых самок второго поколения дадут кремовых крысят.

Отвeты

Задание 1 (по 0,25 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

$\Sigma = 5$ баллов

Задание 2

Орган: хвоя или хвоинка (2 балла)

Класс растения: Хвойные (2 балла)

Номер	Название структуры
1	Эндодерма
2	Устьице
3	Смоляной ход
4	Губчатый мезофилл
5	Ксилема
6	Флоэма
7	Сосудисто-волокнистый пучок

(по 0,5 балла за каждую правильную структуру)

$\Sigma = 7,5$ баллов

Задание 3

1. чёрные : серые : жёлтые : кремовые = 3 : 9 : 3 : 1 (3 балла)

2. серый самец во втором скрещивании, генотип – RrAa (3 балла)
жёлтая самка во втором скрещивании, генотип – rrAa (3 балла)

3. $\frac{2}{3}$, или 0,67 серых самок третьего поколения дадут кремowych крысят (3,5 балла)

Или $4/9$ серых самок второго поколения дадут кремовых крысят

$\Sigma = 12,5$ баллов