



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», 9 класс

1. Рассчитайте молярную концентрацию всех ионов и молекул в растворе, полученном в результате смешивания 100 мл водного 0,005 М раствора соляной кислоты HCl и 400 мл водного 0,125 М раствора уксусной кислоты CH₃COOH, если степень диссоциации слабой кислоты равна 0,01166. Плотности всех растворов считайте равными 1 г/см³. Воду и продукты ее диссоциации можно не рассматривать.

Решение:

В полученном растворе будут находиться следующие ионы и молекулы: H⁺, Cl⁻, CH₃COO⁻, CH₃COOH.

Так как плотности всех растворов считаются равными единице, то объем раствора, полученного при смешивании исходных растворов, равен сумме объемов исходных растворов.

а) Рассчитаем молярные концентрации кислот в полученном растворе:

$$C_i = \frac{n_i}{V_{\text{раствора}}} = \frac{C_{i,\text{исх}} V_i}{\sum V_i},$$

то есть $C_{\text{HCl}} = \frac{0,005 \cdot 100}{100 + 400} = 0,001$ моль/л, $C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{0,125 \cdot 400}{100 + 400} = 0,1$ моль/л.

б) Рассчитаем концентрацию ионов водорода.

Так как концентрация сильной кислоты значительно меньше концентрации слабой, пренебрегать вкладом, вносимым в содержание катионов водорода диссоциацией слабой кислоты нельзя.

В принципе, катионы водорода образуются также за счет диссоциации воды, но, учитывая, что вода на много порядков диссоциирует слабее уксусной кислоты, этим процессом можно пренебречь.

Так как соляная кислота является сильной, ее диссоциация обеспечивает содержание катионов водорода в концентрации 0,001 моль/л.

Диссоциация уксусной кислоты является не полной и концентрацию ионов водорода можно определить, используя значение степени диссоциации.

$$C_{H^+} = 0,0117 \cdot 0,1 = 0,00117 \text{ моль/л}$$

Тогда концентрация катионов водорода, которая создается за счет диссоциации соляной и уксусной кислот равна 0,00217 моль/л

в) Определим концентрацию хлорид-ионов. Хлорид-ионы образуются при диссоциации сильной соляной кислоты, их концентрация равна 0,001 моль/л.

г) Определим концентрацию ацетат-ионов. Ацетат ионы образуются при диссоциации уксусной кислоты, их концентрация равна 0,00117 моль/л.

д) Определим концентрацию недиссоциированных молекул уксусной кислоты.

$$C_{\text{молекул } CH_3COOH} = 0,1 - 0,00117 = 0,09883 \text{ мол/л}$$

Ответ: $C_{H^+} = 0,00217$ моль/л; $C_{Cl^-} = 0,00117$ моль/л; $C_{CH_3COO^-} = 0,00117$ моль/л

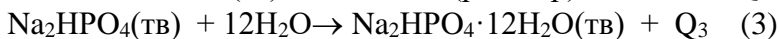
$$C_{\text{молекул } CH_3COOH} = 0,09883 \text{ мол/л}$$

2. При растворении в воде 71 г гидрофосфата натрия выделяется 11,82 кДж теплоты, а при растворении 89,5 г 12-водного кристаллогидрата гидрофосфата поглощается 23,79 кДж теплоты. Определите тепловой эффект процесса образования 1 моль 12-водного кристаллогидрата из безводного гидрофосфата.

Решение:

1) запишем термохимические уравнения растворения солей и образования кристаллогидрата из безводной соли:





По закону Гесса можно уравнение 3 можно скомбинировать, используя уравнения 1 и 2. Отсюда $Q_3 = Q_1 - Q_2$

2) Рассчитаем значения Q_1 и Q_2 , приходящиеся на 1 моль безводного гидрофосфата и кристаллогидрата:

$$\nu(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 71/141,96 = 0.5 \text{ моль}, Q_1 = 11,82 / 0.5 = 23,64 \text{ кДж/моль};$$

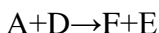
$$\nu(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}(\text{тв})) = 89,5/358,14 = 0.25 \text{ моль}, Q_2 = -23,79/0.25 = -95,16 \text{ кДж/моль}.$$

3) Рассчитаем Q_3

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 23.64 + 95.16 = 118,16 \text{ кДж/моль}.$$

Ответ: 118,16 кДж/моль.

3. Реакция $2\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{F} + \text{E}$ протекает в две стадии, которые являются простыми реакциями:



Известно, что первая стадия протекает очень медленно, а вторая стадия идет практически мгновенно.

Начальные концентрации А и В соответственно равны 2 и 1 моль/л.

Как изменится скорость реакции при увеличении (во сколько раз увеличится или уменьшится):

- концентрации А в 2 раза при постоянстве концентрации В ($C_B = 1 \text{ моль/л}$);
- концентрации В в 2 раза при постоянстве концентрации А ($C_A = 2 \text{ моль/л}$);
- при введении в систему дополнительного количества F с начальной концентрацией 2 моль/л при постоянстве концентраций А и В?

Решение:

а) Так как скорость первой стадии много меньше скорости второй, то скорость реакции в целом определяется скоростью первой стадии.

Первая стадия имеет частый порядок как по А, так и по В, равный единице. Поэтому несмотря на стехиометрический коэффициент 2 при компоненте А в суммарном уравнении реакции, увеличение его концентрации в 2 раза увеличит скорость в 2 раза, что соответствует увеличению скорости лимитирующей стадии.

б) Увеличение концентрации В в 2 раза также приведет к увеличению скорости в 2 раза.

с) Так как F не является исходным веществом ни для одной из стадий реакции, изменение его концентрации не отразится на скорости реакции в целом.

Ответ: а) увеличится в 2 раза; б) увеличится в 2 раза; с) не изменится.

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?

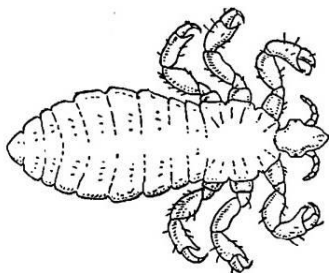
а) мышцы и эпителий;

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.

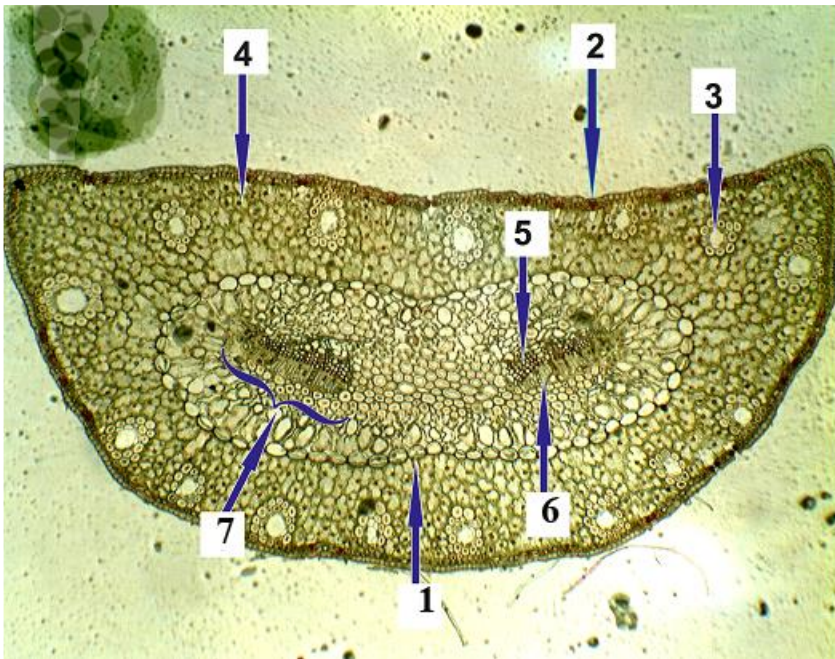
20. К анализирующему скрещиванию относят скрещивание типа

- 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.

Ответы

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