

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор»,
Естественные науки, 11 класс

Максимальная сумма баллов за задания 1-4 25 баллов, за задания 5-7 – 25 баллов. Итого 50
баллов

Задание 1.

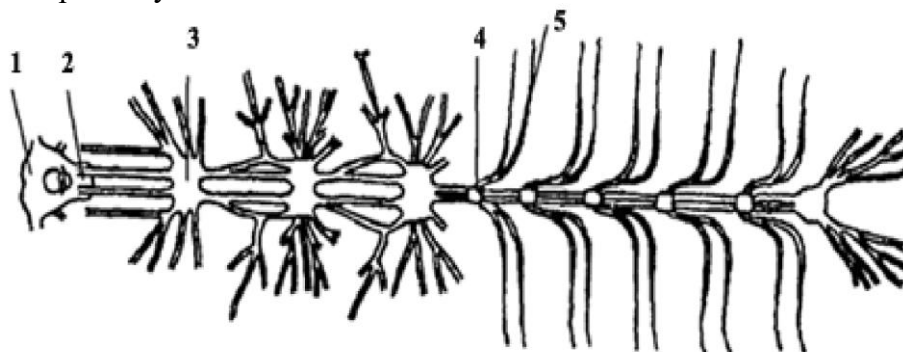
На каждый вопрос даны четыре варианта ответов. Необходимо выбрать только один правильный в матрицу ответов.

1. Цветок с верхней завязью имеется у:
а) тыквы; б) одуванчика в) гороха г) груши.
2. Цветки собраны в простое соцветие у:
а) пшеницы; б) кукурузы; в) укропа; 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) тритон; б) питон; в) аскарида; г) лягушка.
7. Один круг кровообращения имеется у взрослых особей:
а) ланцетника; б) удава; в) тритона; г) утконоса
8. У какого моллюска отсутствует тёрка (радула)?
а) осьминог; б) прудовик; в) перловица; г) рапана.
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. Подвижно соединены между собой:
а) ключица и грудина; б) тазовые кости; в) позвонки копчикового отдела; г) лопатка и рёбра.
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) правым предсердием и венами; г) левым желудочком и аортой.
16. Сера не входит в состав:
а) аминокислот; б) полисахаридов; в) белков; г) ДНК.
17. Органеллами клетки, построенными только из белков, являются:
а) лизосомы; б) хромосомы; в) центриоли; г) рибосомы.
18. В клетках животных наиболее разнообразны:
а) моносахариды; б) полисахариды; в) белки; г) липиды.
19. В клетках высших растений, в отличие от клеток многоклеточных животных, отсутствуют:
а) эндоплазматический ретикулум; б) микротрубочки; в) лизосомы; г) центриоли.
20. Хромосомы выстраиваются на экваторе в процессе митоза в:
а) метафазе; б) анафазе; в) телофазе; г) профазе.

Задание 2.

На рисунке изображена нервная система животного. К какому типу и классу оно относится? Впишите названия в лист ответов. Из списка структур, обозначенных буквами, выберите те, которые соответствуют цифрам на рисунке. Результаты внесите в таблицу листа ответов.

Структуры: А – головной мозг; Б — грудной нервный узел; В – нерв; Г – подглоточный нервный узел; Д – брюшной нервный узел.



Задание 3.

Большинство водорастворимых витаминов используются клетками животных для образования коферментов. Сопоставьте коферменты с теми витаминами, из которых они образуются.

Коферменты:

1. Биотин
2. Коэнзим А (КоА)
3. НАД
4. Тиаминпирозинфосфат
5. ФАД
6. Пиридоксальфосфат

Витамины.

- А) Витамин В₁
- Б) Витамин В₂
- В) Витамин В₆
- Г) Витамин Н
- Д) Витамин РР
- Е) Пантотеновая кислота

Задание 4. По каждому вопросу необходимо кроме ответа предоставить решение.

В плодах одного из видов растений семейства паслёновых обнаружены пигменты, которые обуславливают жёлтый (**У**) и синий (**В**) цвет плодов. За образование жёлтого пигмента отвечает ген **У**, при этом растения с мутантным генотипом **уу** не могут синтезировать жёлтый пигмент. У того же вида растений есть ген **В**, отвечающий за синтез синего пигмента, с мутантным аллелем **в**, неспособным синтезировать пигмент. Эти гены наследуются независимо. Если два доминантных гена встречаются совместно, они взаимодействуют с образованием зелёной окраски плодов. Особи, гомозиготные по двум рецессивным аллелям, не образуют жёлтого и синего пигментов и имеют плоды кремового цвета.

Скрестили растение с жёлтыми плодами и растение с синими плодами. Все потомки первого поколения имели зелёные плоды. Во втором поколении были получены растения с кремовыми, зелёными, жёлтыми и синими плодами.

1. В каком соотношении присутствовали растения с разной окраской плодов во втором поколении?

Одно из растений второго поколения с зелёными плодами опылили пыльцой с одного из растений второго поколения с жёлтыми плодами. В результате было получено третье поколение: 25 растений с зелёными плодами, 24 растения с жёлтыми плодами, 7 растений с синими плодами и 8 растений с кремовыми плодами.

2. Каковы были во втором скрещивании генотипы родителей?

3. От какой части растений третьего поколения с зелёными плодами при самоопылении можно получить растения с кремовыми плодами?

Лист ответов на задания 1-4.

Задание 1 (по 0,25 балла, макс. 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.

Тип Членистоногие (0,5 балла)

Класс Насекомые (1 балл)

Соответствия (по 0,5 балла, макс. 2,5 балла)

Номер на рисунке	1	2	3	4	5
Буквенное обозначение	А	Г	Б	Д	В

Задание 3. (по 1 баллу, макс. 6)

Коферменты	1	2	3	4	5	6
Витамины	Г	Е	Д	А	Б	В

Задание 4.

1. жёлтые: зелёные : синие: кремовые = **3 : 9 : 3 : 1** (1 балла)

2. растение с зелёными плодами во втором скрещивании, генотип – **BbYy** (2 балла)

растение с жёлтыми плодами во втором скрещивании, генотип – **bbYy** (2 балла)

3. **2/3** растений с зелёными плодами дадут потомков с кремовыми плодами (5 баллов)

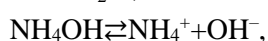
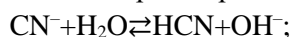
По заданиям 5 - 7 кроме ответа необходимо предоставить решение.

Задание 5. (9 баллов) Раствор получен в результате смешивания 20 мл 5 М раствора цианида калия и 80 мл 1,25 М раствора гидроксида аммония. Определите концентрацию ионов калия и гидроксила, а также pH полученного раствора. При расчете считайте, что объем полученного раствора равен сумме объемов исходных растворов. Используйте справочные данные о константах диссоциации.

Решение: Если считать объем полученного раствора равным сумме объемов исходных растворов, то концентрации цианида калия (C_1) и гидроксида аммония (C_2) в нем составят соответственно:

$$C_1 = \frac{5 \cdot 20}{100} = 1 \text{ (моль/л)} \text{ и } C_2 = \frac{1,25 \cdot 80}{100} = 1 \text{ (моль/л)}.$$

В водном растворе цианид гидролизуеться, а гидроксид диссоциирует:



То есть ион OH^- является продуктом каждой из реакций.

Уравнения ЗДМ для каждой из реакций имеют следующий вид:

$$K_{\Gamma} = \frac{(c_{\text{HCN}})(c_{\text{OH}^-})}{(c_{\text{CN}^-})} = \frac{K_w}{K_{\text{д}}(\text{HCN})} = \frac{10^{-14}}{6,2 \cdot 10^{-10}} = 1,61 \cdot 10^{-5};$$

$$K_{\text{д}} = \frac{(c_{\text{NH}_4^+})(c_{\text{OH}^-})}{(c_{\text{NH}_4\text{OH}})} = 1,76 \cdot 10^{-5}.$$

Пусть прореагировали x моль/л цианида и y моль/л гидроксида. Тогда, если пренебречь процессом диссоциации воды ($K_w = 10^{-14}$), то концентрации реагентов составят:

$$c_{\text{OH}^-} = x + y; \quad c_{\text{HCN}} = x; \quad c_{\text{CN}^-} = 1 - x;$$

$$c_{\text{NH}_4^+} = y; \quad c_{\text{NH}_4\text{OH}} = 1 - y.$$

Отсюда

$$\begin{cases} \frac{x(x+y)}{1-x} \approx \frac{x(x+y)}{1} \approx 1,61 \cdot 10^{-5} \\ \frac{y(x+y)}{1-y} \approx \frac{y(x+y)}{1} \approx 1,76 \cdot 10^{-5} \end{cases}$$

Следовательно,

$$y \approx 1,09x;$$

$$\frac{x(x+y)}{1} \approx \frac{x(x+1,09x)}{1} \approx 1,61 \cdot 10^{-5};$$

$$x \approx 2,78 \cdot 10^{-3};$$

$$c_{\text{OH}^-} = x + y = 5,80 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л};$$

$$\text{pOH} = 1,24; \quad \text{pH} = 12,8;$$

$$c_{\text{K}^+} = 1 \text{ моль/л}.$$

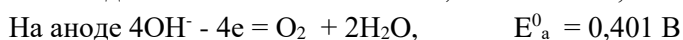
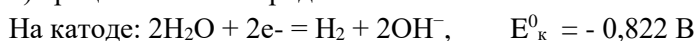
Задание 6. (8 баллов) Через электролизер, заполненный 30% раствором NaOH на деминерализованной воде, в течении 3-х часов пропускали ток силой 5,0 А. Объем газа, который выделился на катоде, составил 6,0 л (н.у.).

а) Запишите уравнения катодной и анодной реакций и оцените минимальное напряжение, которое надо подать на электролизер; б) рассчитайте количество электрической энергии в квт·ч, которая была затрачена на электролиз при условии, что электролиз для ускорения процесса провели при напряжении на 40% большем, чем минимальное равновесное значение; в) определите объем кислорода, который выделился на аноде; г) рассчитайте выход по току.

Для решения задачи используйте справочные данные:

Решение: Водородная энергетика в свете текущей экологической ситуации является одним из актуальных направлений решения энергетической проблемы планеты. Среди способов получения водорода наибольший интерес представляет электролиз воды.

1) Процессы на электродах



Равновесная разность потенциалов на электродах электролизера 1,229 В. Процесс электролиза для ускорения проводится при $1,229 \cdot 1,4 = 1,72 \text{ В}$.

2) Расчет количества электричества Q и электрической энергии E при $U=1,72 \text{ В}$:

$$Q = I \cdot t = 5 \cdot 3 \cdot 3600 = 54000 \text{ А} \cdot \text{с}$$

$$Q = 15 \text{ А} \cdot \text{час}.$$

$$E = Q \cdot U / 1000 = 15 \cdot 1,72 / 1000 = 0,258 \text{ квт} \cdot \text{ч}$$

3) Расчет объема кислорода, который выделился на аноде:

$V(\text{O}_2) = 3,0$ л (для образования 1 моля H_2 идет 2 моля электронов, а для образования 1 моля O_2 идет 4 моля электронов)

2) Расчет объема водорода (н.у.) и кислорода при 100% выходе по току:

$V_{\text{r}}(\text{H}_2) = M(\text{H}_2) \cdot I \cdot t \cdot 22,4 / z(e^-) \cdot 96500 \cdot M(\text{H}_2) = 6,27$ л,

$V_{\text{r}}(\text{O}_2) = 3,134$ л.

3) Расчет выхода по току (полагая, что он одинаков для катодного и анодного процессов):

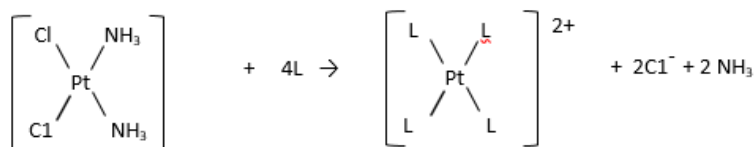
$\eta = (6/6,27) \cdot 100 = 95,7 \%$

Задание 7. (8 баллов) Цис- и транс-изомеры дихлордиамминплатины(II) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ вступают в реакции замещения лигандов. При взаимодействии цис-изомера дихлордиамминплатины(II) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ с тиокарбамидом получен растворимый продукт желтого цвета. При взаимодействии транс-изомера дихлордиамминплатины(II) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ с тиокарбамидом получен мало растворимый продукт белого цвета. В результате взаимодействия изомеров получены одинаково заряженные комплексные ионы. Запишите структурные формулы исходных изомеров и продуктов их взаимодействия с тиокарбамидом. Объясните причину образования разных продуктов. Запишите схемы взаимодействия изомеров с тиокарбамидом, укажите заряды на взаимодействующих компонентах. Тиокарбамид или тиомочевину $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ можно обозначить в структурной формуле символом L.

$\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ можно обозначить в структурной формуле символом L.

Решение: При взаимодействии цис-изомера с тиокарбамидом на первом этапе замещается хлорид-ион, так как он менее прочно связан с комплексообразователем. Тиокарбамид и аммиак в этом случае оказываются по отношению друг к другу в транс-положении (вдоль одной диагонали). Затем в результате трансвлияния ослабляется связь комплексообразователя с аммиаком и происходит его замещение на тиокарбамид. При взаимодействии транс-изомера на первом этапе происходит замещение хлорид-ионов на тиокарбамид, а транс-влияния в этом случае нет, и лиганды NH_3 остаются в комплексе.

Взаимодействие цис-изомера:



Взаимодействие транс-изомера:

