

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

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

Задание 1.

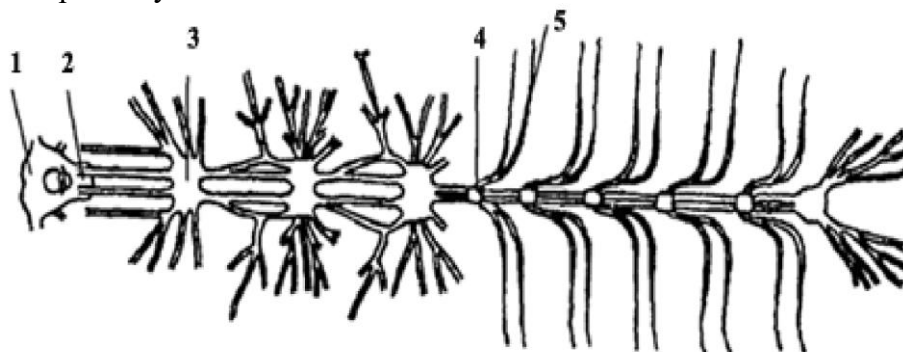
На каждый вопрос даны четыре варианта ответов. Необходимо выбрать только один правильный в матрицу ответов.

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. Тиаминпирозин
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 (Y) и синий (B) цвет плодов. За образование жёлтого пигмента отвечает ген Y, при этом растения с мутантным генотипом уу не могут синтезировать жёлтый пигмент. У того же вида растений есть ген B, отвечающий за синтез синего пигмента, с мутантным аллелем b, 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.

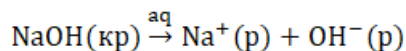
1. В каком соотношении присутствовали растения с разной окраской плодов во втором поколении?

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?

С учетом этих допущений тепловой эффект процесса



составляет

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= [\Delta_f H^\circ(\text{Na}^+(\text{p})) + \Delta_f H^\circ(\text{OH}^-(\text{p}))] - \Delta_f H^\circ(\text{NaOH(кр)}) = \\ &= (-240,3 - 230,02) - (-426,35) = -43,97 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \right). \end{aligned}$$

При растворении 60 г NaOH в 1,5 л воды получается одномолярный раствор, но количество NaOH соответствует 1,5 молям ($60/M_{\text{NaOH}}=60/40=1,5$). Следовательно, полученное значение теплового эффекта следует умножить на 1,5.

Тепловой эффект процесса отрицателен, то есть тепло выделяется. Если пренебречь потерями тепла в окружающую среду, то можно считать, что

$$Q = -1,5\Delta H^\circ = c_p m \Delta T, \text{ откуда } \Delta T = \frac{-1,5\Delta H^\circ}{c_p m}.$$

Если теплоемкость раствора считать равной теплоемкости воды (4,18 Дж/г), то

$$\Delta T = \frac{-1,5 \cdot (-43970)}{4,18 \cdot 1560} = 10 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Тогда конечная температура раствора составит

$$T_{\text{нач}} + \Delta T = 25 + 10 = 35^\circ\text{C}.$$

Ответ: $\Delta T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$.

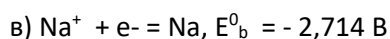
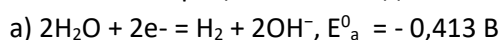
Задание 6. (8 баллов) Через электролизер с инертными электродами и с водным раствором NaClO_3 пропустили ток силой 5,0 А в течении 5,361 часа. После завершения электролиза в электролизер добавили избыток водного раствора KOH, до прекращения образования осадка. Выпавший осадок отфильтровали, высушили до постоянной массы. Масса осадка составила 11,78 г. Запишите процессы катодных и анодных процессов. Определите выход по току и объясните соответствие или несоответствие полученной величины 100%.

$E^\circ(\text{O}_2) = 1,23 \text{ В}$; $E^\circ(\text{ClO}_3^- / \text{ClO}_4^-) = 1,19 \text{ В}$

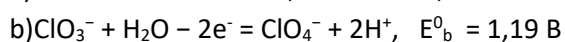
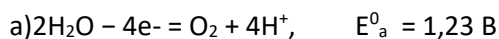
Решение:

1) Рассчитаем количество электричества и количество моль электронов, участвующих в процессе электролиза

Возможные процессы на катоде:



Возможные процессы на аноде:



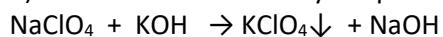
$$n(e^-) = 5 \cdot 5,361 \cdot 3600 / 96500 = 0,2 \text{ моль } e^-$$

2) Рассчитаем количество хлорат иона при 100% выходе по току.

При окислении хлорат иона в перхлорат на 1 моль хлората идет 2 моль электронов. Следовательно при электролизе должно образоваться 0,1 перхлорат ионов при 100% выходе по току.

$$n(\text{ClO}_4^-) = 0,1 \text{ моль.}$$

3) Рассчитаем массу хлората калия при 100% выходе



$$n(\text{ClO}_4^-) = n(\text{KClO}_4) = 0,1 \text{ моль;}$$

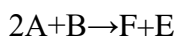
$$m_r(\text{KClO}_4) = 13,85 \text{ г.}$$

4) Определим выход по току, η

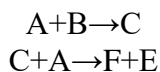
$$\eta = m_{\text{пр}} / m_r = 11,78 / 13,85 = 0,85 \text{ или } 85\%.$$

Выход по току меньше 100% из-за возможности протекания побочного процесса окисления кислорода воды, так как потенциалы окисления хлорат-иона и воды близки. Возможны и другие побочные реакции.

Задание 7. (8 баллов) В системе, находящейся при постоянном объеме и температуре, протекает сложная реакции:



Она идет в две стадии:



Энергия активации второй стадии много больше энергии активации первой стадии, причем энергия активации первой реакции близка к нулю. Начальные концентрации А и В соответственно равны 2 и 1 моль/л.

Как изменится начальная скорость реакции при увеличении концентрации В в 1,5 раза при той же начальной концентрации А ($C_A = 2 \text{ моль/л}$)?

Решение: Так как энергия активации второй стадии много больше энергии активации первой стадии, скорость реакции в целом определяется скоростью второй стадии.

При условии, что энергия активации первой стадии близка к нулю, в системе практически мгновенно образуется почти максимально возможное количество С, определяемое количеством компонента, взятого в недостатке (в данном случае В). Тогда при практически полном завершении первой стадии в системе будет находиться вещество С (примерно 1 моль/л), а также вещество А, оставшееся в системе после израсходования В, с концентрацией $2 - 1 = 1$ (начальная концентрация за вычетом изменения концентрации за счет протекания первой стадии, которая равна изменению концентрации В). Тогда, при начальных концентрациях А и В соответственно 2 и 1 моль/л, начальная скорость лимитирующей стадии, зависящей от концентрации С и А, будет определяться как

$$v_{\text{общ}} \approx v_2 = k_2 C_C C_A \approx k_2 \cdot 1 \cdot 1 = k_2.$$

При увеличении концентрации В в 1,5 раза (до 1,5 моль/л) концентрация С тоже увеличится в 1,5 раза (до 1,5 моль/л). Но при этом увеличится и количество А, пошедшего на первую стадию. Следовательно, содержание А по итогу протекания первой стадии станет равным 0,5, т.к. $2 - 1,5 = 0,5$. Тогда концентрация одного из компонентов, определяющего скорость лимитирующей стадии (С), увеличится в 1,5 раза, а второго (А), оставшегося после практически мгновенного завершения первой стадии, – уменьшится в 2 раза (было 1, станет 0,5), то есть скорость лимитирующей стадии будет определяться как

$$v_2' = k_2 C_C' C_A' \approx k_2 \cdot 1,5 \cdot 0,5 = 0,75k_2,$$

а значит уменьшится в 1,33 раза ($v_2'/v_2 \approx 0,75k_2/k_2 = 0,75$ или $v_2' = v_2/1,33$).

ПРИМЕЧАНИЕ

Так как для достижения 100% степени превращения время стремится к бесконечности, то соотношение скоростей реакций, указанное в задаче будет примерным. Однако, если пренебречь влиянием предэкспоненциального множителя, то константы скоростей реакций с энергиями активации 0 и 60 кДж/моль отличаются примерно в 30 млрд раз.