

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор»,
Естественные науки, 9 класс

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

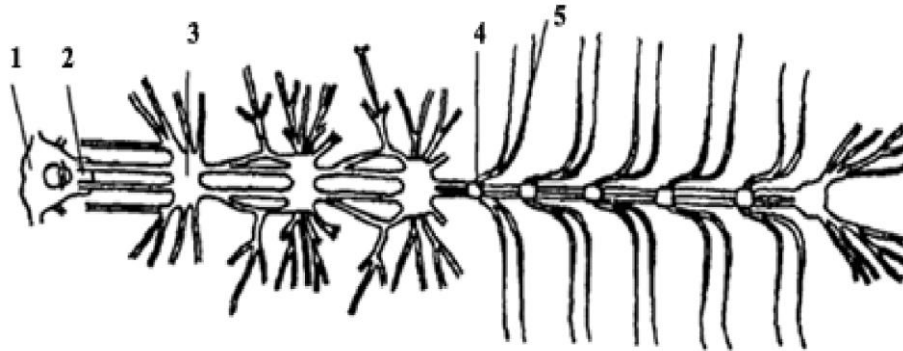
Задание 1.

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?

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.

- жёлтые: зелёные : синие: кремовые = **3 : 9 : 3 : 1** (1 балла)
- растение с зелёными плодами во втором скрещивании, генотип – **BbYy** (2 балла)
растение с жёлтыми плодами во втором скрещивании, генотип – **bbYy** (2 балла)
- 2/3** растений с зелёными плодами дадут потомков с кремовыми плодами (5 баллов)

По заданиям 5 и 7 кроме ответа необходимо предоставить решение.

Задание 5. (9 баллов) Два газообразных простых вещества, состоящие соответственно из атомов А и В, реагируют с образованием сложного газообразного вещества. При этом на 1 объем вещества А приходится 1 объем вещества В. При образовании продукта объем системы при прочих равных условиях не меняется. Определите состав молекул исходных веществ и продукта, т.е. стехиометрические индексы (*x, y, n, m*) при атомах в молекулах: A_x, B_y, A_nB_m , считая, что значение каждого индекса менее 4. Запишите формулы веществ.

Решение. При прочих равных условиях объемы, занимаемые газом, относятся как соответствующие количества молей этих веществ. Тогда на 1 моль газа А приходится 1 моль газа В и получается 2 моля сложного газообразного вещества, то есть стехиометрические коэффициенты перед простыми веществами равны 1, а перед сложным - 2.

Пусть оба простых вещества являются одноатомными, тогда можно записать следующие реакции:

$A+B=AB$ (по коэффициентам не получается);

$A+B=1/2A_2B_2$ (по коэффициентам тем более не получается).

Пусть оба простых вещества двухатомные. Тогда

$A_2+B_2=A_2B_2$ (по коэффициентам не получается);

$A_2+B_2=2AB$ (по коэффициентам получается);

$A_2+B_2=1,5A_3B_3$ (по коэффициентам не получается);

$A_2+B_2=0,5A_4B_4$ (по коэффициентам тем более не получается).

Пусть оба простых вещества трехатомные. Тогда

$A_3+B_3=3AB$ (по коэффициентам не получается);

$A_3+B_3=1,5A_2B_2$ (по коэффициентам не получается);

$A_3+B_3=A_3B_3$ (по коэффициентам тем более не получается).

Пусть один газ одноатомный, а другой двухатомный, тогда

$A+B_2=AB_2$ (по коэффициентам не получается);

$A+B_2=0,5A_2B_4$ (по коэффициентам тем более не получается)

$A+B_2=1/3A_3B_6$ (по коэффициентам тем более не получается).

Пусть один газ одноатомный, а другой трехатомный, тогда

$A+B_3=AB_3$ (по коэффициентам не получается)

$A+B_3=0,5A_2B_6$ (по коэффициентам не получается)

И т.д.

То есть только один вариант:

$x=2, y=2, n=m=1; A_2+B_2=2AB$

Так приписали формулы водороду, хлору и хлороводороду.

Задание 6. (8 баллов) Укажите, какой атом или ион имеет больший размер (радиус):

а) ${}_{37}\text{Rb}$ или ${}_{47}\text{Ag}$;

в) ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$ или ${}_{19}\text{K}^+$;

б) ${}_{30}\text{Zn}$ или ${}_{31}\text{Ga}$;

г) ${}_{38}\text{Sr}^{2+}$ или ${}_{35}\text{Br}^-$?

Решение:

Радиус атома связан с числом энергетических уровней и количеством электронов на формирующемся подуровне. Чем больше энергетических уровней в атоме (чем выше значение главного квантового числа), тем больше его радиус. В пределах одного периода чем больше заряд ядра, тем больше кулоновское взаимодействие между ядром и электронами, тем меньше радиус (сжатие).

а) ${}_{37}\text{Rb}$ и ${}_{47}\text{Ag}$ принадлежат одному периоду (пятому), значит их атомы имеют одинаковое число энергетических уровней. Однако по сравнению с ${}_{37}\text{Rb}$ у атома ${}_{47}\text{Ag}$ больший заряд ядра, сильнее кулоновское взаимодействие, поэтому его радиус меньше. Больший размер у атома Rb.

б) ${}_{30}\text{Zn}$ или ${}_{31}\text{Ga}$.

${}_{30}\text{Zn}$ или ${}_{31}\text{Ga}$ принадлежат одному периоду (четвертому), но у ${}_{31}\text{Ga}$ появляется один единственный электрон на внешнем многоэлектронном подуровне, радиус возрастает. Радиус ${}_{31}\text{Ga}$ больше.

в) ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$ и ${}_{19}\text{K}^+$

Оба катиона в результате потери электронов приобретают одинаковую электронную конфигурацию $[\text{Ar}]3s^23p^6$. В случае иона кальция эти электронные оболочки удерживаются ядром с большим зарядом.

Следовательно, радиус иона калия будет больше радиуса иона кальция.

г) ${}_{38}\text{Sr}^{2+}$ и ${}_{35}\text{Br}^-$.

В результате потери двух внешних электронов атомом стронция образуется катион ${}_{38}\text{Sr}^{2+}$ с электронным строением инертного элемента криптона $[\text{Kr}]4s^24p^6$. Такое же электронное строение ($[\text{Br}]4s^24p^6$)

приобретает анион брома ${}_{35}\text{Br}^-$. Таким образом, ионы ${}_{38}\text{Sr}^{2+}$ и ${}_{35}\text{Br}^-$ имеют одинаковое электронное строение, но разные заряды ядер. Чем больше заряд ядра, тем сильнее притяжение электронов и тем меньше радиус.

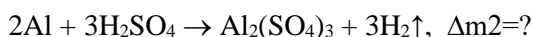
Следовательно, радиус аниона брома будет больше.

Ответ: Большие радиусы имеют: а) ${}_{37}\text{Rb}$, б) ${}_{31}\text{Ga}$, в) ${}_{19}\text{K}^+$, ${}_{35}\text{Br}^-$.

Задание 7. (8 баллов) В три стакана прилили по 86 мл серной кислоты с массовой долей 0,2 ($\omega = 20\%$) плотностью $d = 1,139$ г/мл. В каждый стакан поместили кусочки одного из металлов: алюминия, свинца и цинка массой по 10 г каждый. Начальные массы всех стаканов с металлами одинаковы. Образец 1 – серная кислота с цинком, образец 2 – серная кислота с алюминием, образец 3 – серная кислота со свинцом. Стаканы поместили на весы и дождалась момента, когда их масса практически перестала меняться. Запишите уравнения реакций и определите изменение массы каждого стакана с образцом металла.

Решение:

1) Запишем уравнения соответствующих реакций:



$\text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{PbSO}_4\downarrow + \text{H}_2$ (выделение водорода практически сразу же прекращается из-за образования на поверхности нерастворимой пленки $\text{PbSO}_4\downarrow$). $\Delta m_3 \approx 0$.

2) Определим молярную концентрацию раствора серной кислоты и количество серной кислоты в 86 мл раствора:

$$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{\omega \cdot d \cdot 1000}{100 \cdot M}, \text{ где } M \text{ – молярная масса кислоты.}$$

$$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{\omega \cdot d \cdot 1000}{100 \cdot M} = \frac{20 \cdot 1,1395 \cdot 1000}{100 \cdot 98} = 2,326 \text{ моль/л,}$$

3) Определим количество серной кислоты в 86 мл раствора:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \left(\frac{2,326}{1000} \right) \cdot 86 = 0,2 \text{ моль}$$

4) Определим количества металлов в образцах:

$$n(\text{Zn}) = 10/65,4 = 0,15 \text{ моль (цинк в недостатке),}$$

$n(\text{Al}) = 10/26,98 = 0,37$ моль (алюминий взят в избытке, но в кислой среде пленка оксида на металле растворяется и алюминий продолжит реагировать с водой: $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\uparrow$). Алюминий растворится весь.

$$n(\text{Pb}) = 10/207,2 = 0,048 \text{ моль (в недостатке, но свинец с серной кислотой практически не реагирует).}$$

5) Определим массу выделяющегося водорода в реакциях кислоты с металлами и соответственно уменьшение массы для каждого стакана.

Для реакции цинка с серной кислотой:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 0,15 \text{ моль. } \Delta m_1 = 0,3 \text{ г}$$

для реакции алюминия с серной кислотой (или с водой)

$$n(\text{H}_2) = 3/2n(\text{Al}) = 0,37 \times 1,5 = 0,56 \text{ моль. } \Delta m_2 = 1,1 \text{ г.}$$

Масса стакана серной кислоты со свинцом не изменится, $\Delta m_3 = 0$ г.

Ответ: для образцов с цинком и алюминием $\Delta m_1 = 0,3$ г, $\Delta m_2 = 1,1$ г, для образца со свинцом $\Delta m_3 \approx 0$ г.