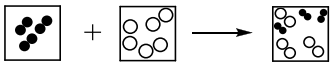
Типичные ошибки абитуриентов при выполнении педагогических тестов по химии

Общая химия

I. Основные понятия и законы химии

1.1. Укажите *химическое явление*:

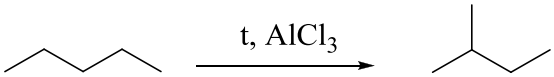
1)  ;

3) перегонка нефти;

2) изомеризация пентана;

4) горение электрической лампочки.

Решение:
Химическое явление обязательно сопровождается образованием новых веществ. При этом могут сохраняться как качественный, так и количественный состав вещества, но строение изменяется всегда. Например,



пентан — 2-метилбутан (изопентан)

Ответ: **2.**

1.2. Укажите название *химического элемента*:

1) красный фосфор;
2) карбин;
3) сталь;
4) гелий.

Решение:
Красный фосфор и карбин – названия простых веществ, которые являются аллотропными модификациями химических элементов фосфора и углерода соответственно. Бронза – сплав металлов. Гелий – название химического элемента и простого вещества.

Ответ: **4.**

1.3. *Простому веществу* **НЕ** соответствует формула:

1) Al;
2) S_8;
3) O;
4) Si.

Решение:
Простое вещество состоит из атомов одного вида (химического элемента). Обозначение простых веществ немолекулярного строения совпадает с обозначением химических элементов их образовавших. Например, металл алюминий – Al, неметалл с атомной кристаллической решёткой

кремний – Si. Многие вещества молекулярного строения образуют молекулы, состоящие из нескольких атомов. Например, сера моноклинная или ромбическая – S_8, кислород – O_2.

Ответ: **3.**

1.4. Названия *аллотропных модификаций* одного и того же химического элемента представлены в ряду:

1) алмаз, кварц;
2) озон, кислород;
3) пластическая сера, сернистый газ;
4) фосфорит, фосфин.

Решение:
Аллотропные модификации – это простые вещества, образованные одним химическим элементом. Аллотропными модификациями химического элемента кислорода являются газы кислород O_2 и озон O_3.

Ответ: **2.**

1.5. Масса (***кг***) атома ^{18}O равна:

1) $28{,}24 \cdot 10^{-23}$; **2) $2{,}99 \cdot 10^{-26}$**; 3) $9{,}27 \cdot 10^{-27}$; 4) $1{,}08 \cdot 10^{-26}$.

Решение:
При выполнении данного задания абитуриенты часто не обращают внимания на единицы измерения, в которых должен быть дан ответ, а также на значение массового числа, предложенного нуклида.
Расчёт может быть выполнен с использованием значения 1 u, выраженного в кг. Значение атомной единицы массы u содержится в педагогическом тесте в инструкции для учащихся.

$m_a = Ar \cdot u$;
$m_a(^{18}O) = 18 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг $= 29{,}88 \cdot 10^{-27}$ кг $= 2{,}99 \cdot 10^{-26}$ кг.

Обратите внимание, что правильный ответ дан в *стандартном виде*!

Ответ: **2.**

1.6. Имеются порции веществ одинакового объема (н. у.). Наибольшее число молекул содержит порция:
1) воды;
2) аммиака;
3) фтора;
4) углекислого газа.

Решение:
Согласно закону Авогадро в равных объёмах различных *газов* при одинаковых условиях (давлении, температуре) содержится одинаковое число молекул. В конденсированном состоянии (твёрдом, жидком) расстояния между частицами вещества намного меньше, чем в газообразном. Количество же частиц в том же объёме намного больше. Важно помнить, что при нормальных условиях (0 °С, 101,3 кПа) такие вещества как H_2O, HF, Br_2 не являются газами.

Ответ: **1.**

1.7. Наименьшую плотность (н. у.) имеет вещество:
1) метан; 3) пропан;
2) этан; **4) водород**.

Решение:
Плотность для *газообразных* веществ определяется по формуле $\rho = \frac{M}{V_m}$.
Т.к. молярный объём газов V_m при н.у. одинаков, то наименьшую плотность имеет газ с меньшим значением молярной массы М.

CH_4	C_2H_6	C_3H_8	H_2
16 г/моль	30 г/моль	44 г/моль	**2** г/моль

Ответ: **4.**

II. Строение атома. Периодический закон

2.1. Число *нейтронов* в атоме $^{35}_{17}Cl$ равно:
1) 52; 2) 35; **3) 18**; 4) 17

Решение:
Вид атомов с определёнными значениями атомного номера (Z) и массового числа (A) называется *нуклидом* ($^{A}_{Z}X$).
Общее число протонов (Z) и нейтронов (N) называется *массовым* (или нуклонным) числом (A): $\boldsymbol{A = Z + N}$.
Следовательно, число нейтронов $\boldsymbol{N = A - Z}$.
Для нуклида хлора $^{35}_{17}Cl$ число нейтронов равно 35 – 17 = 18.

Ответ: **3.**

2.2. Число полностью заполненных энергетических подуровней на внешнем энергетическом уровне атома элемента с порядковым номером 16 в основном состоянии равно:

1) 4; 2) 3; 3) 2; **4) 1**.

Решение:

Заполненный энергетический подуровень содержит максимально возможное для него число электронов.

Элемент с порядковым номером 16 (S – сера) в основном состоянии имеет следующую электронную конфигурацию внешнего энергетического уровня $3s^2 3p^4 3d^0$. Максимальное число электронов содержится только на 3s подуровне. На p-подуровне может находиться максимально 6 электронов, на d-подуровне – 10.

Ответ: **4.**

2.3. Число завершенных энергетических уровней в основном состоянии атома элемента с порядковым номером 16 равно:

1) 4; 2) 3; **3) 2**; 4) 1

Решение:

Завершенный энергетический уровень имеет электронную конфигурацию ns^2np^6 и содержит 8 электронов. Исключение составляет первый энергетический уровень, который вмещает только 2 электрона.

Элемент с порядковым номером 16 (S – сера) в основном состоянии имеет следующую электронную конфигурацию $\underline{1s^2}\ \underline{2s^2 2p^6}\ 3s^2 3p^4 3d^0$. Завершенными в атоме серы в таком состоянии являются первый и второй уровни.

Ответ: **3.**

2.4. Согласно положению в периодической системе в порядке *усиления неметаллических свойств* элементы расположены в ряду:

1) S, O, Si; 2) Si, O, S; 3) S, Si, O; **4) Si, S, O**.

Решение:

Проявление металлических или неметаллических свойств у атомов связано с характеристикой химических элементов электротрицательностью.

Электроотрицательность атома – это условная величина, характеризующая его способность в химических соединениях смещать к себе электроны от других атомов.

У элементов А групп *в периодах* с ростом атомного номера *электроотрицательность*, а с ней и *неметаллические* свойства *возрастают*, а в *группах*, как правило, *убывают*.

Ответ: **4.**

2.5. *Основные* свойства гидроксидов монотонно *усиливаются* в ряду:

1) $Be(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$;
2) NaOH, KOH, $Mg(OH)_2$;
3) $Be(OH)_2$, $Al(OH)_3$, KOH;
4) $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$, NaOH.

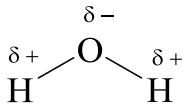
Решение:
Основные свойства проявляют оксиды и гидроксиды металлов. В *периодах* основные свойства усиливаются к началу периода (справа налево), в *группах* возрастают с ростом порядкового номера (сверху вниз).

Ответ: **3.**

III. Химическая связь. Строение вещества

3.1. Выберите формулу вещества, в котором присутствуют как ковалентная полярная, так и ионная связи:
1) O_2; **2) $Al_2(SO_4)_3$**; 3) H_2O; 4) Na_2O

Решение:
В молекуле кислорода O_2 атомы химического элемента кислорода, имеющие одинаковое значение электроотрицательности, связаны ковалентной неполярной связью.
В молекуле воды H_2O две ковалентные полярные связи, образованные атомами неметаллов с различной электроотрицательностью.



Электроотрицательность атомов металла натрия и неметалла кислорода значительно отличается, поэтому оксид натрия Na_2O образован ионной связью.
В сульфате алюминия $Al_2(SO_4)_3$ между простыми ионами Al^{3+} и сложными SO_4^{2-} осуществляется *ионная* связь. В ионе SO_4^{2-} между атомами различных неметаллов S и O – связь *ковалентная полярная*.

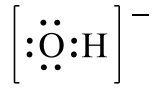
Ответ: **2.**

3.2. Установите соответствие между формулой частицы и *числом электронов*, которые *образуют химические связи* в этой частице.

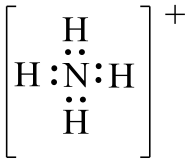
Формула частицы	Число электронов
1) OH^- 2) CO_2 3) NH_4^+	а) 2 б) 4 в) 6 г) 8

1) 1б, 2в, 3г; **2) 1а, 2г, 3г**; 3) 1а, 2б, 3в; 4) 1б, 2г, 3в.

Решение:
Число электронов, которые *образуют химические связи*

в гидроксид анионе OH^-  равно 2,

в молекуле оксида углерода (IV) CO_2 равно 8,

в катионе аммония NH_4^+  равно 8.

Ответ: **2.**

3.3. Только *восстановительные* свойства в химических реакциях может проявлять вещество, формула которого (возможность восстановления ионов щелочных металлов не учитывайте):

1) K_2S; 2) Na_2SO_3; 3) $KMnO_4$; 4) CO

Решение:
Только *восстановительные* свойства могут проявлять элементы, находящиеся в низшей степени окисления.
Вещества $Na_2S^{+4}O_3$, $C^{+2}O$, $KMn^{+7}O_4$ содержат атомы серы и углерода в промежуточных степенях окисления, атомы марганца в высшей степени окисления. Сульфид калия K_2S^{-2} содержит атомы серы в низшей степени окисления. Не учитывая возможность восстановления ионов щелочного металла калия, это вещество в химических реакциях может проявлять только *восстановительные* свойства.

Ответ: **1.**

IV. Химические реакции

4.1. В замкнутой системе протекает реакция между газообразными веществами

$$A(г.) + B(г.) \leftrightarrow C(г.) + 2D(г.) + Q.$$

Укажите все факторы, увеличивающие скорость прямой реакции:
а) повышение давления в системе;
б) понижение температуры;
в) уменьшение концентрации вещества А;
г) уменьшение объема системы.

1) а, г; 2) а, в, г; 3) б, в; 4) а, б, в, г.

Решение:
В системе происходит обратимая гомогенная реакция. Но в задании требуется указать факторы увеличивающие скорость прямой реакции, а не влияющие на смещение равновесия.
Факторы, влияющие на скорость реакции:
– природа реагентов;
– концентрация *исходных* веществ;
– давление (для реакций с участием газов);
– степень измельчения (для реакций с участием твёрдых веществ);
– температура;
– участие катализатора.
Чем выше концентрация реагирующих веществ, давление и температура тем скорость реакции выше. Повышение давления в системе, уменьшение объема системы ведёт к увеличению концентрации реагирующих газообразных веществ, а следовательно, к увеличению скорости прямой реакции.

Ответ: **1.**

4.2. В закрытой системе протекает одностадийное превращение

$$A\ (г.) + B\ (г.) \leftrightarrow C\ (г.).$$

После установления равновесия давление в системе увеличили в четыре раза. Укажите правильное утверждение:

1) равновесие в системе НЕ нарушилось;
2) скорость обратной реакции уменьшилась;
3) увеличилась скорость и прямой, и обратной реакции;
4) увеличился объем системы.

Решение:
Повышение давления уменьшает объём системы и *смещает равновесие* в сторону реакции, ведущей к уменьшению количества газообразных веществ. В данном случае в сторону прямой реакции (2 моль → 1 моль). Повышение давления ведёт к увеличению концентрации реагирующих газообразных веществ, а следовательно, к увеличению скорости реакции. Так как реагенты являются газами для прямой и обратной реакции, то повышение давления увеличит скорость обеих реакций.

Ответ: **3.**

IV. Основные классы неорганических соединений

5.1. Соль состава $BaXO_4$ образуется при взаимодействии водного раствора гидроксида бария с *оксидом*, формула которого:
1) P_2O_5; 2) SO_2; **3) SO_3**; 4) N_2O_3.

Решение:
Щёлочь гидроксид бария образует соль при взаимодействии с кислотным оксидом (ангидридом соответствующей кислоты). Соль, оксид (ангидрид кислоты) и кислота образованы химическим элементом X в одинаковой степени окисления.

$$BaX^{+6}O_4,\quad BaS^{+6}O_4,\ H_2S^{+6}O_4,\ S^{+6}O_3$$

$$P_2{}^{+5}O_5,\quad S^{+4}O_2,\quad N_2{}^{+3}O_3$$

Ответ: **3.**

5.2. Укажите ряд, в котором оба *гидроксида* можно *получить* растворением соответствующего металла в воде:
1) $Fe(OH)_2$, $Zn(OH)_2$; 3) $Mn(OH)_2$, $Ca(OH)_2$;
2) $Be(OH)_2$, $Pb(OH)_2$; **4) $Sr(OH)_2$, $Ba(OH)_2$.**

Решение:
Растворением соответствующего металла в воде можно получить щёлочи – гидроксиды щелочных (I A группа) и щелочноземельных (Ca, Sr, Ba) металлов, а также гидроксид алюминия, если с него снята оксидная плёнка Al_2O_3.

Ответ: **4.**

VI. Растворы

6.1. При температуре 40 ^{0}C растворимость вещества составляет 68,9 г на 100 г воды, а при температуре 0 ^{0}C – 46,2 г на 100 г воды. Укажите название вещества:

1) аммиак;
2) фторид серебра (I);
3) хлорид серебра (I);
4) метанол.

Решение:

Понижение температуры повышает растворимость газов (аммиак NH_3).
Метанол CH_3OH в любых соотношениях смешивается с водой, его растворимость в воде неограниченна.
Растворимость твёрдых веществ в воде при понижении температуры, как правило, падает. Судя по значению коэффициента растворимости, описанное вещество относится к хорошо растворимым в воде (фторид серебра (I) $AgF_{(тв.)}$). Им не может быть нерастворимый в воде твёрдый хлорид серебра (I) AgCl.

Ответ: **2.**

6.2. В водном растворе в значительных количествах совместно *могут* находиться ионы пары:

1) HSO_4^- и H^+;
2) SO_4^{2-} и Ca^{2+};
3) HSO_4^- и OH^-;
4) OH^- и Ca^{2+}.

Решение:

В водном растворе в значительных количествах совместно *могут* находиться ионы, которые НЕ образуют *газов, осадков, малодиссоциирующих (слабых) электролитов и ионов*.

1) $HSO_4^- + H^+ \leftrightarrow H_2SO_4$;
2) $SO_4^{2-} + Ca^{2+} \rightarrow \underline{CaSO_4}\downarrow$;
3) $HSO_4^- + OH^- \rightarrow \underline{H_2O} + SO_4^{2-}$;
4) $OH^- + Ca^{2+} \rightarrow \underline{Ca(OH)_2}\downarrow$.

Ответ: **1.**

6.3. pH водного раствора увеличивается при:

1) пропускании сероводорода через раствор сульфата меди (II);
2) растворении гидроксида натрия в воде;
3) поглощении бромоводорода водой;
4) пропускании через раствор щелочи оксида азота (II).

Решение:
pH водного раствора увеличивается при уменьшении концентрации H^+ и увеличении концентрации OH^-.
Несолеобразующий оксид азота (II) не будет реагировать со щёлочью. pH раствора не изменится.
Поглощение бромоводорода водой и пропускание сероводорода через раствор сульфата меди (II) приведёт к появлению в растворах сильных кислот (HBr , H_2SO_4), что уменьшит pH растворов.

$$CuSO_4 + H_2S \rightarrow CuS\downarrow + H_2SO_4$$
$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$$

$$HBr \rightarrow H^+ + Br^-$$

Растворении гидроксида натрия в воде приведёт к диссоциации сильного электролита и появлению большого числа OH^- ионов в растворе.

$$NaOH \rightarrow Na + OH^-$$

Ответ: **3.**

Химия элементов

1. Укажите верное утверждение для металла, образующего соединение состава MeO_2, в котором массовая доля металла равна 81,1%:
1) высший оксид этого металла является кислотным;
2) находится в IA-группе Периодической системы;
3) относится к тяжелым металлам;
4) относится к щелочноземельным металлам.

Решение:
$W(Me) = \frac{Ar(Me)}{Mr(MeO_2)}$; $W(Me) = \frac{x}{x + 16 \cdot 2} = 0{,}811$

$Ar(Me) = x = 137$

Следовательно искомый химический элемент является *щелочноземельным металлом* барием Ba.

Ответ: **4.**

2. Наибольшее количество водорода выделится при действии избытка соляной кислоты на смесь массой 100 г, состоящую из металлов пары (массовые доли металлов равны):
1) Mg, Zn; **2) Zn, A1**; 3) Ca, Mg; 4) Zn, Cu.

Решение:

Если массовые доли металлов смеси равны, то равны и их массы.

Медь, стоящая в ряду активности металлов после водорода с соляной кислотой не взаимодействует.

Mg, Zn, Ca вытесняют водород количеством, равным количеству каждого их этих металлов.

$$\underset{1\ \text{моль}}{\mathbf{Me}^0} + 2HCl \rightarrow Me^{+2}Cl_2 + \underset{1\ \text{моль}}{\mathbf{H_2}\uparrow} \qquad (a)$$

Наиболее лёгкие металлы Ca и Mg вытесняют водород количеством

$$n(H_2)_{Ca,\ Mg} = \frac{50\ г}{40\ г/моль} + \frac{50\ г}{24\ г/моль} = 1{,}25\ \text{моль} + 2{,}083\ \text{моль} = 3{,}333\ \text{моль}$$

$$\underset{\substack{2\ \text{моль} \\ 1\ \text{моль}}}{2\mathbf{Al}^0} + 6HCl \rightarrow 2Al^{+3}Cl_3 + \underset{\substack{3\ \text{моль} \\ 1{,}5\ \text{моль}}}{3\mathbf{H_2}\uparrow} \qquad (б)$$

Алюминий вытесняет водорода в 1,5 раза больше собственного количества (*б*).

$$n(H_2)_{Zn,\ Al} = \frac{50\ г}{65\ г/моль} + \frac{50\ г}{27\ г/моль} \cdot 1{,}5 =$$

$$= 0{,}769\ \text{моль} + 2{,}778\ \text{моль} = 3{,}547\ \text{моль}$$

Ответ: **2.**

3. Масса соли, образовавшейся при взаимодействии алюминия с избытком концентрированного раствора гидроксида натрия, составила 594 г. Рассчитайте химическое количество (моль) электронов, перешедших от атомов алюминия к атомам водорода в результате реакции.

Решение:

$$2Al^{\mathbf{0}} + 6NaOH + 6H_2{}^{+}O \rightarrow 2Na_3[Al^{\mathbf{+3}}(OH)_6] + 3H_2{}^{\mathbf{0}}\uparrow$$

Количество электронов, отданных восстановителем (Al^0), равно число электронов принятых окислителем (H^+).

n= m : M; $\quad n(Al) = n(Na_3[Al(OH)_6]) = 594$ г : 198 г/моль = 3 моль.

$$\underset{1\ \text{моль}}{Al^{\mathbf{0}}} - \underset{3\ \text{моль}}{3e^-} \rightarrow Al^{\mathbf{+3}}$$

$n(e^-) = 3n(Al) = 9$ моль

Ответ: **9 моль.**

4. Укажите число возможных попарных взаимодействий между веществами HI, HBr, Cl_2, CH_4 (электролиты взяты в виде водных растворов; возможность химической реакции веществ с растворителем НЕ учитывайте):

1) 2; **2) 3**; 3) 4; 4) 5.

Решение:

Иодид и бромид галогеноводородов HI^-, HBr^- ионы могут быть окислены молекулярным хлором Cl_2.

$$1)\ HI^- + Cl_2^{\mathbf{0}} \rightarrow HCl^- + I_2^{\mathbf{0}}$$

$$2)\ HBr^- + Cl_2^{\mathbf{0}} \rightarrow HCl^- + Br_2^{\mathbf{0}}$$

Хлор способен замещать атомы водорода в метане.

$$3)\ CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$$

Ответ: **2.**

5. Для получения веществ по указанной схеме превращений

$$KI \rightarrow KCl \rightarrow HCl \rightarrow FeCl_2 \rightarrow FeCl_3$$

выберите реагенты из предложенных:

1. – Fe
2. – Fe_2O_3
3. – H_2SO_4 (конц.)
4. – Cl_2
5. – HCl.

Ответ запишите цифрами в порядке следования превращений, **например: 1224.** Помните, что один реагент может использоваться несколько раз, а другой – не использоваться вообще.

Решение:

По группе от хлора к иоду окислительные свойства простых веществ галогенов ослабевают. Хлор окисляет иодид-ион.

$$KI^- + Cl_2^{\mathbf{0}} \rightarrow KCl^- + I_2^{\mathbf{0}}$$

Нелетучая термически устойчивая H_2SO_4(конц.) вытесняет сильные летучие кислоты (HCl, HNO_3, $HClO_4$) из кристаллической соли при нагревании.

$$KCl(т) + H_2SO_4(конц.) \xrightarrow{t} KHSO_4 + HCl\uparrow$$

Кислоты-неокислители взаимодействуют с железом, стоящим в электрохимическом ряду напряжений металлов до водорода, с образованием со-

ли ***железа (II)*** и выделением водорода H_2. Окислителем при этом выступает H^+.

$$Fe^{\mathbf{0}} + 2H^{+}Cl \rightarrow Fe^{\mathbf{+2}}Cl_2 + H_2^{0}\uparrow$$

Простое вещество хлор окисляет соль ***железа (II)*** в соль ***железа (III)***.

$$Fe^{\mathbf{+2}}Cl_2 + Cl_2^{0} \rightarrow Fe^{\mathbf{+3}}Cl_3^{-1}$$

Ответ: **4354.**

6. Укажите правильное утверждение:

1) в ряду соединений H_2O, H_2S, H_2Se, H_2Te прочность химической связи возрастает;
2) $1s^22s^22p^63s^23p^4$ – электронная конфигурация сульфид-иона;
3) **степень окисления атомом халькогенов в ряду соединений O_2, $H_2[TeF_6]$, SF_6 возрастает**;
4) атомам халькогенов до завершения внешнего электронного слоя не хватает четырех электронов.

Решение:

1) Все связи в молекулах H_2O, H_2S, H_2Se, H_2Te одинарные. С увеличением радиусов халькогенов увеличивается длина связей и прочность их уменьшается.
2) $1s^22s^22p^6\mathbf{3s^23p^4}$ – электронная конфигурация атома серы S^0, сульфид-ион S^{-2} имеет завершенный внешний слой – $1s^22s^22p^6\mathbf{3s^23p^6}$.
3) степень окисления атомом халькогенов в ряду соединений $O_2^{\mathbf{0}}$, $H_2[Te^{\mathbf{+4}}F_6]$, $S^{\mathbf{+6}}F_6$ возрастает
4) атомам халькогенов до завершения внешнего электронного слоя не хватает *двух*, а не четырех электронов ($ns^2np^4 + 2e^- \rightarrow ns^2np^6$).

Ответ: **3.**

7. Реагируют с *концентрированной* серной кислотой, но НЕ реагируют с *разбавленной* серной кислотой оба вещества пары:

1) Fe и Na_2SiO_3(тв.);
2) Cu и KCl(тв.);
3) Zn и Na_2CO_3;
4) Au и Ag.

Решение:

Fe, Zn, Na_2SiO_3(тв.), Na_2CO_3 реагируют с разбавленной серной кислотой.
Au не реагирует ни с разбавленной, ни с концентрированной серной кислотой.
Cu – металл стоящий в ряду активности металлов после водорода разбавленной серной кислотой (кислотой-неокислителем) не взаимодей-

ствует. Но концентрированная серная (кислота-окислитель) окисляет такой металл S^{+6}.

$$Cu^0 + H_2S^{+6}O_4 \rightarrow Cu^{+2}SO4 + S^{+4}O_2 + H_2O$$

Соль KCl образована сильной кислотой HCl, которая не может быть вытеснена сильной разбавленной H_2SO_4.
Нелетучая термически устойчивая H_2SO_4(конц.) вытесняет сильные летучие кислоты (HCl, HNO_3, $HClO_4$) из кристаллической соли при нагревании.

$$KCl(т) + H_2SO_4(конц.) \xrightarrow{t} KHSO_4 + HCl\uparrow$$

Ответ: **2.**

8. Укажите правильное(-ые) утверждение(-я):

а) фосфор является более сильным восстановителем, чем азот;

б) при взаимодействии 4 моль NH_3 и 2,8 моль H_3PO_4 образуется смесь фосфата и гидрофосфата аммония

в) оксид фосфора (V) НЕ реагирует с водой;

г) при смешении растворов фосфата натрия и нитрата серебра (I) выпадает желтый осадок.

1) а, б, г; **2) а, г**; 3) б, в; 4) а, б

Решение:

а) По группе от кислорода и ниже окислительные свойства химических элементов ослабевают, а восстановительные увеличиваются.

б) $n(NH_3) : n(H_3PO_4) = 4 : 2,8 =$ **1,429** : 1

$$3NH_3 + H_3PO_4 \rightarrow (NH_4)_3PO_4 \quad (\mathbf{3} : 1)$$
$$2NH_3 + H_3PO_4 \rightarrow (NH_4)_2HPO_4 \quad (\mathbf{2} : 1)$$
$$NH_3 + H_3PO_4 \rightarrow NH_4H_2PO_4 \quad (\mathbf{1} : 1)$$

При соотношении мольном NH_3 и H_3PO_4 1,429 : 1 образуется смесь гидрофосфата аммония $(NH_4)_2HPO_4$ и дигидрогидрофосфата аммония $NH_4H_2PO_4$

в) $$P_2O_5 + H_2O \rightarrow H_3PO_4$$

г) $$Na_3PO_4 + AgNO_3 \rightarrow NaNO_3 + Ag_3PO_4\downarrow$$

желтый осадок

Ответ: **2.**

9. Оксид углерода (IV) является продуктом реакций между веществами:

а) $KHCO_{3(р\text{-}р)} + H_2SO_4$(разб.) → ; в) $K_2CO_3 + SiO_2 \xrightarrow{t}$;

б) $CO + O_2 \xrightarrow{t}$; г) K_2CO_3(р-р) + $CaCl_2$(р-р) → .

1) а, б, в; 2) б, г; 3) а, г; 4) б, в, г.

Решение:

а) Более сильная серная кислота H_2SO_4 вытесняет более слабую и неустойчивую угольную из раствора её соли:

$$2KHCO_3(р\text{-}р) + H_2SO_4(разб.) \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O + 2\mathbf{CO_2}\uparrow$$

б) Оксид углерода (II) окисляется в оксид углерода (IV).

$$2CO + O_2 \xrightarrow{t} 2\mathbf{CO_2}\uparrow$$

в) Нелетучий кислотный оксид кремния (IV) SiO_2 (с атомной кристаллической решёткой) вытесняет летучий (с молекулярной кристаллической решёткой) оксид углерода (IV) из карбонатов при сплавлении:

$$K_2CO_3 + SiO_2 \xrightarrow{t} K_2SiO_3 + \mathbf{CO_2}\uparrow$$

г) Реакция ионного обмена в растворе ведёт к образованию нерастворимого воде карбоната кальция $CaCO_3$.

$$K_2CO_3(р\text{-}р) + CaCl_2(р\text{-}р) \rightarrow CaCO_3\downarrow + 2KCl$$

Ответ: **1.**

10. Очистить угарный газ от углекислого можно с помощью водных растворов веществ:

а) NaOH; б) $KHCO_3$; в) NH_3; г) H_3PO_4

1) а, г; 2) б, в; 3) в, г; **4) а, в**

Решение:

Угарный газ CO является несолеобразующим оксидом углерода, плохо растворим в воде. Очистить его от примесей углекислого газа CO_2 можно с помощью водных растворов веществ, которые взаимодействуют с CO_2, но не взаимодействуют с CO.

Оксид углерода (IV) является кислотным и взаимодействует с веществами, проявляющими основные свойства. Несолеобразующий CO с ними не взаимодействует.

а) $NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

в) $NH_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow (NH_4)_2CO_3$

Ответ: **4.**

11. Газообразное (н. у.) вещество А образуется в атмосфере при грозовых разрядах. Его также получают в промышленности окислением аммиака кислородом на платиновом катализаторе. На воздухе А легко окисляется кислородом с образованием бурого газа Б, который в присутствии кислорода хорошо растворяется в воде с образованием бесцветной жидкости В. Раствор В окрашивает лакмус в красный цвет. При взаимодействии розовато-красного металла Г с концентрированным раствором В образуется газ Б и раствор вещества Д, имеющий голубую окраску. Найдите сумму молярных масс (г/моль) веществ А и Д.

Решение:

$$N_2 + O_2 \xrightarrow{\lightning} \underset{\textbf{А}\ (30\ г/\ моль)}{2NO}$$

$$4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow{t,\ Pt} 4NO + 6H_2O$$

$$2NO + O_2 \longrightarrow \underset{\textbf{Б}}{2NO_2}$$

$$4NO_2 + 2H_2O + O_2 \longrightarrow \underset{\textbf{В}}{4HNO_3}$$

$$\underset{\textbf{Г}}{Cu} + 4HNO_3(конц.) \longrightarrow \underset{\textbf{Д}\ (188\ г/моль)}{Cu(NO_3)_2} + 2NO_2 + 2H_2O$$

Σ М(А и Д) = 30 + 188 = **218**

Ответ: **218.**

12. Установите соответствие между веществом и реактивом, который можно использовать для его качественного определения. Все электролиты взяты в виде водных растворов.

Вещество	**Реактив**
1) NH_4Cl	а) H_2SO_4
2) $Ba(NO_3)_2$	б) NaI
	в) $AgNO_3$
	г) KBr

1) 1а, 2б; **2) 1в, 2а**; 3) 1в, 2г; 4) 1г, 2а.

Решение:

Для определения хлорид-ионов Cl^- (**1**) используются катионы серебра Ag^+ (**в**). При их взаимодействии образуется белый осадок AgCl.

$$AgNO_3 + NH_4Cl = AgCl\downarrow + NH_4NO_3$$
$$Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$$

Для определения катионов бария Ba^{2+} (**2**) используются сульфат-ионы SO_4^{2-} (**а**). При их взаимодействии образуется белый осадок $BaSO_4$.

$$Ba(NO_3)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2HNO_3$$
$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$$

Ответ: **2.**

13. В четырех пронумерованных пробирках находятся растворы неорганических веществ. О них известно следующее:

– вещества из пробирок № 1 и № 4 нейтрализуют друг друга;
– вещества из пробирок №1 и № 3 реагируют между собой с выделением газа (н. у.) с резким запахом, применяемого в медицине;
– при добавлении к содержимому пробирки № 2 вещества из пробирки № 4 выпадает белый осадок.

Установите соответствие между названием неорганического вещества и номером пробирки, в которой находится раствор данного вещества.

Название вещества	**№ пробирки**
А) хлорид бария	1
Б) нитрат аммония	2
В) серная кислота	3
Г) гидроксид калия	4

Ответ запишите в виде сочетания букв и цифр, соблюдая алфавитную последовательность букв левого столбца, ***например: А1Б2В3Г4***.

Решение:

В реакцию нейтрализации вступают кислота (серная кислота (В)) и основание (гидроксид калия (Г)).

$$H_2SO_4 + 2KOH = K_2SO_4 + 2H_2O$$

При взаимодействии солей аммония (*нитрат аммония* (**Б**) – пробирка № **3**) со щелочами (*гидроксид калия* (**Г**) – пробирка № **1**) выделяется аммиак NH_3 – газ (н. у.) с резким запахом, применяемый в медицине.

$$NH_4NO_3 + KOH = KNO_3 + NH_3\uparrow + H_2O$$

При добавлении к содержимому пробирки № **2** (*хлорид бария* (**А**)) вещества из пробирки № **4** (*серная кислота* (**В**)) выпадает белый осадок сульфата бария $BaSO_4$.

$$BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2HCl$$

Ответ: **А2Б3В4Г1.**

14. Определите массу (г) алюминийсодержащего вещества Г, образовавшегося в результате превращений, протекающих по схеме:

$$0{,}5\text{ моль Na} \xrightarrow{H_2O\text{ (изб.)}} \text{А} \xrightarrow{0{,}25\text{ моль } Al_2O_3\text{ (сплавление)}} \text{Б} \xrightarrow{HNO_3\text{ (р-р, изб.)}} \text{В}$$

$$\xrightarrow{1{,}5\text{ моль NaOH}} \text{Г}$$

Решение:

$$\overset{0{,}5\text{ моль}}{2Na} + 2H_2O\text{(изб.)} = \underset{\textbf{А}}{\overset{0{,}5\text{ моль}}{2NaOH}} + H_2\uparrow$$

$$\overset{0{,}5\text{ моль}}{2NaOH\text{(т)}} + \overset{0{,}25\text{ моль}}{Al_2O_3} \xrightarrow{t} \underset{\textbf{Б}}{\overset{0{,}5\text{ моль}}{2NaAlO_2}} + H_2O$$

$$\overset{0{,}5\text{ моль}}{NaAlO_2} + 4HNO_3 = NaNO_3 + \underset{\textbf{В}}{\overset{0{,}5\text{ моль}}{Al(NO_3)_3}} + 2H_2O$$

$$\overset{0{,}5\text{ моль}}{Al(NO_3)_3} + \overset{1{,}5\text{ моль}}{3NaOH} = \underset{\textbf{Г}\text{ (78 г/моль)}}{\overset{0{,}5\text{ моль}}{Al(OH)_3}}\downarrow + NaNO_3$$

$$\mathbf{m(Al(OH)_3)} = 0{,}5\text{ моль} \cdot 78\text{ г/моль} = \mathbf{39\ г}$$

Ответ: **39.**

15. Определите сумму молярных масс (г/моль) азотсодержащих веществ X_1 и X_5, образовавшихся в результате превращений, протекающих по схеме (X_1 – вещество немолекулярного строения, X_5 – молекулярного строения):

$$Cu \xrightarrow{HNO_3\text{ (конц.)}} X_1 \xrightarrow{KOH\text{ (разб., изб.)}} X_2 \xrightarrow{CH_3CHO,\ t} X_3$$

$$\xrightarrow{H_2,\ t} X_4 \xrightarrow{HNO_3\text{ (разб.)}} X_5$$

Решение:

$$Cu + 4HNO_3\ (конц.) = \underset{\mathbf{X_1}\ (188\ г/моль)}{Cu(NO_3)_2} + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$$

Соль $Cu(NO_3)_2$ и кислотный оксид NO_2 могут взаимодействовать со щелочью КОН, но $\mathbf{X_1}$ – вещество немолекулярного строения. Следовательно, это соль нитрат меди (II) $\mathbf{Cu(NO_3)_2}$.

$$Cu(NO_3)_2 + 2KOH = \underset{X_2}{Cu(OH)_2}\downarrow + 2KNO_3$$

$$2Cu(OH)_2\downarrow + CH_3CHO \xrightarrow{t} CH_3COOH + \underset{X_3}{Cu_2O}\downarrow + 2H_2O$$

$$Cu_2O\downarrow + H_2 \xrightarrow{t} \underset{X_4}{2Cu} + H_2O$$

$$3Cu + 8HNO_3\ (конц.) = 3Cu(NO_3)_2 + \underset{\mathbf{X_5}\ (30\ г/моль)}{2NO}\uparrow + 4H_2O$$

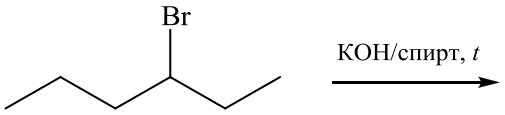
Среди азотсодержащих продуктов последней реакции веществом X_5 молекулярного строения является несолеобразующий оксид азота (II) NO.

$\Sigma M(X_1$ и $X_5)$ = 188 + 30 = **218**

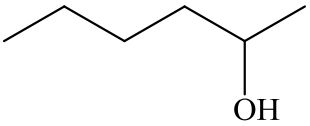
Ответ: **218.**

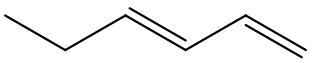
Органическая химия

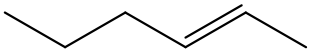
1. Продуктом превращения

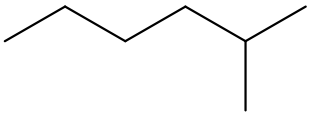


является соединение:

1) 

3) 

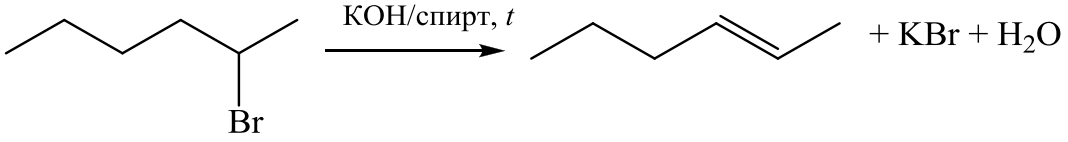
2) 

4) 

Решение:

Реакции дегидрогалогенирования и дегидратации протекают *преимущественно* ***по правилу Зайцева***:

При отщеплении несимметричных веществ типа HX атом водорода преимущественно отщепляется от менее гидрированного атома углерода, соседнего с группой C – X.



Ответ: **2.**

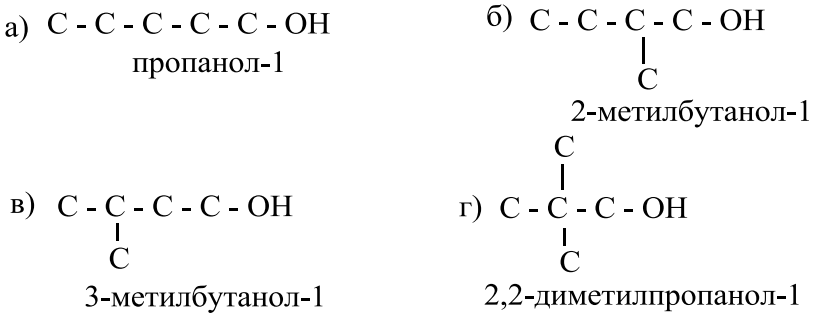
2. Число структурных изомеров среди спиртов состава $C_5H_{11}OH$, которые можно окислить до соответствующих карбоновых кислот состава $C_5H_{10}O_2$, равно:

1) 5; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

Решение:

До соответствующих карбоновых кислот могут быть окислены только первичные спирты.

Структурные формулы первичных спиртов состава $C_5H_{10}O_2$:



Ответ: **4.**

3. Установите соответствие между органическим веществом и его изомером.

Органическое вещество	Изомер
А) бутин-1 Б) 2-метилпропановая кислота В) 2,2-диметилпропан Г) пентен-1	1) бутановая кислота 2) метилацетат 3) бутадиен-1,3 4) 2-метилбутен-1 5) пентан

Ответ запишите в виде сочетания букв и цифр, соблюдая алфавитную последовательность букв левого столбца, **например: А2Б1В3Г4**.

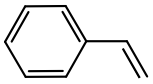
Решение:

Многим органическим веществам храктерен вид структурной изомерии – межклассовая изомерия или изомерия функционльных групп.

Органическое вещество	Изомер

А) бутин-1	$\mathbf{C_4H_6}$	1) бутановая кислота	$C_4H_8O_2$
Б) 2-метилпропановая кислота	$C_4H_8O_2$	2) метилацетат	$C_3H_6O_2$
		3) бутадиен-1,3	$\mathbf{C_4H_6}$
В) 2,2-диметилпропан	C_5H_{12}	4) 2-метилбутен-1	$\boldsymbol{C_5H_8}$
Г) пентен-1	$\boldsymbol{C_5H_8}$	5) пентан	C_5H_{12}

Ответ: **А3Б1В5Г4.**

4. При полном сгорании стирола  массой 10,4 г образуется углекислый газ объемом (дм^3, н.у.):

1) 13,44; 2) 14,22; 3) 16,78; **4) 17,92**

Решение:

При сгорании любого органического соединения до CO_2 можно составить стехиометрическую схему. Например, для стирола C_8H_8:

$$\underset{1\ \text{моль}}{C_8H_8} \rightarrow \underset{8\ \text{моль}}{8CO_2}$$

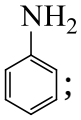
n= m : M; $n(C_8H_8)$ = 10,4 г : 104 г/моль = 0,1 моль.

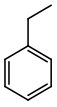
$n(CO_2) = 8n(C_8H_8)$ = 0,8 моль.

$V = n \cdot V_m$; $V(CO_2)$ = 0,8 моль · 22,4 дм^3/моль = 17,92 дм^3

Ответ: **4.**

5. Мономером в реакции *полимеризации* может являться вещество, формула которого:

1) $C_2H_5OOCCH_3$; 2) C_2H_3–O–CH_3; 3) 

; 4) 

Решение:

К реакциям полимеризации (частный случай реакций *присоединения*) способны вещества, имеющие в своём составе кратные (двойные, тройные) углерод-углеродные связи.

Простой эфир H_2C=CH–O–CH_3 (*2*) содержит в своём составе ненасыщенную углеводородную группу винил H_2C=CH– или C_2H_3– , за счёт которой возможны реакции полимеризации.

Анилин $C_6H_5NH_2$ (3) и этилбензол $C_6H_5C_2H_5$ (4) не содержат отдельных двойных связейю В их молекулах есть очень прочная единая шестиэлектронная ароматическая π-связь. Эти вещества не вступают в реакции полимеризации.

Ответ: **2.**

6. Схеме превращений $A \xrightarrow{\text{замещение}} Б \xrightarrow{\text{замещение}} В$ может соответствовать ряд веществ:

1) бутан, бутадиен-1,3, бутадиеновый каучук;
2) метан, бромметан, метанол;
3) этан, этен, ацетилен;
4) гексан, бензол, хлорбензол.

Решение:
Реакции, которые сопровождаются образованием новых ковалентных связей при замещении атома (или группы атомов) в молекуле органического вещества на другие атомы (или группы атомов) называются ***реакциями замещения***.

$$C\mathbf{H}_4 + Br_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3\mathbf{Br} + HBr$$

$$CH_3\mathbf{Br} + NaOH(водн.) \rightarrow CH_3\mathbf{OH} + NaBr$$

Ответ: **2.**

7. Число заряженных элементарных частиц в молекуле некоторого гомолога бензола равно 148. Молекулярная формула этого углеводорода:
1) C_8H_{10}; 2) C_9H_{12}; 3) $C_{10}H_{14}$; 4) $C_{11}H_{16}$.

Решение:
Формула ароматических углеводородов ряда бензола C_nH_{2n-6}.

$$N(p) = 6n + 2n - 6$$

$$N(\bar{e}) = 6n + 2n - 6$$

$$N(p \text{ и } \bar{e}) = 16n - 12 = 148$$

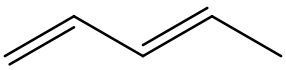
$$n = 10$$

Формула углеводорода $C_{10}H_{14}$.

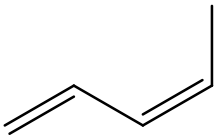
Ответ: **3.**

8. Укажите число диеновых углеводородов состава C_5H_8 (с учетом пространственной изомерии), образующих при полимеризации продукты, которые можно отнести к каучукам.
1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

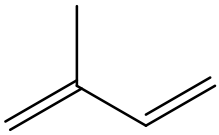
Решение:
Каучуки образуются по реакции полимеризации сопряженными алкадиенами в результате 1,4-присоединения.



транс-пентадиен-1,3



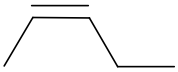
цис-пентадиен-1,3



2-метилбутадиен-1,3

Ответ: **3.**

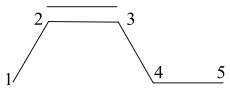
9. Укажите все номера атомов углерода, которые постоянно лежат в одной плоскости в молекуле алкена следующего строения:



1) 1, 2, 3, 4, 5; 2) 1, 2, 3, 4; 3) 2, 3, 5; 4) 2,3.

Решение:

У алкенов атомы, непосредственно связанные с атомами углерода, образующими двойную связь, расположены в одной плоскости (под углом 120°). Остальные атомы только σ-связи, расположенные под углом 109°.



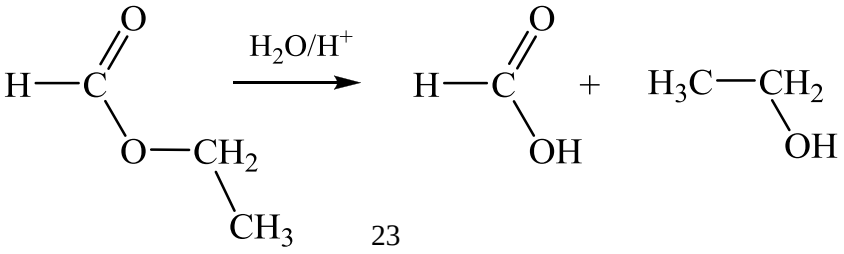
Ответ: **2.**

10. Найдите сумму молярных масс (г/моль) органических веществ X_3 и X_5 (вещество $\mathbf{X_1}$ *не изменяет окраску лакмуса*, вещество $\mathbf{X_5}$ имеет *немолекулярное строение*) в схеме превращений:

$$\text{этилформиат} \xrightarrow{H_2O/H^+} X_1 \xrightarrow{H_2SO_4/\ 170^0C} X_2 \xrightarrow{O_2/\ PdCl_2,\ CuCl_2} X_3$$

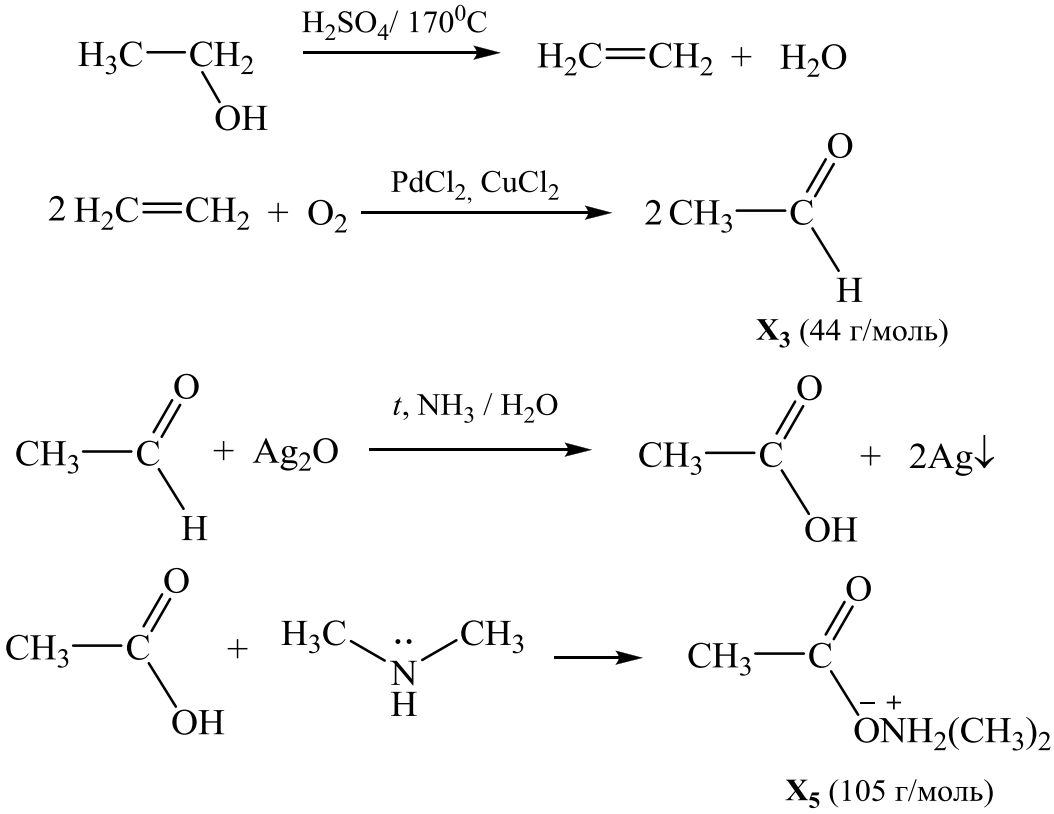
$$\xrightarrow{Ag_2O/\ NH_3 \cdot H_2O,t} X_4 \xrightarrow{(CH_3)_2NH} X_5$$

***Решение*:**

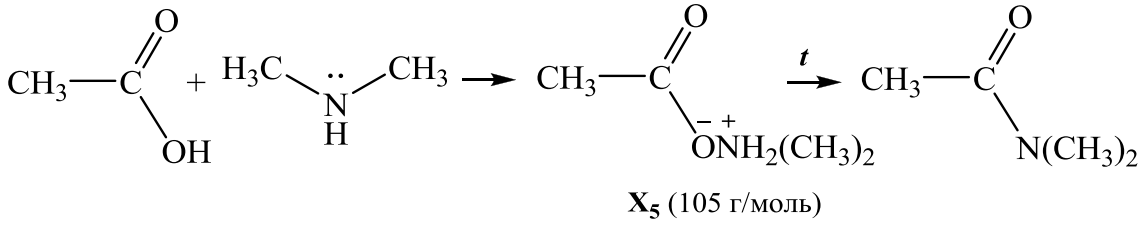


муравьиная (метановая) кислота	этанол

Метановая кислота и этанол способны подвергаться дегидратации при температуре 170 °С и в присутствии H_2SO_4. Но вещество $\mathbf{X_1}$ *не изменяет окраску лакмуса*, следовательно это спирт этанол C_2H_5OH.



Соль $\mathbf{X_5}$ ацетат диметиламмония имеет *немолекулярное строение*. Взаимодействие карбоновой кислоты с амином при нагревании могло закончиться образованием амида.



Однако N-диметиламид уксусной кислоты имеет молекулярное строение.

Σ M(X3 и X5) = 44 + 105 = **149**

Ответ: **149.**

11. Дипептид образован остатками одной аминокислоты и имеет молекулярную формулу $C_6H_{12}N_2O_3$. Укажите формулу вещества, которое образуется при кипячении этого дипептида с избытком концентрированной соляной кислоты:

1) $C_6H_{13}N_2O_3Cl$;
2) $C_3H_7NO_2$;
3) $C_3H_8NO_2Cl$;
4) C_3H_7Cl.

***Решение*:**

$$C_6H_{12}N_2O_3 + H_2O \rightarrow 2C_3H_7NO_2$$

Аминокислоты по аминогруппе NH_2 взаимодействуют с соляной кислотой, проявляя основные свойства.

$$C_3H_7NO_2 + HCl \rightarrow C_3H_8NO_2Cl$$

***Ответ:* 3.**

12. При гидролизе оливкового масла могут образоваться:

1) $C_2H_6O_2$ и $C_{18}H_{34}O_2$
2) $C_3H_8O_3$ и $C_3H_6O_3$
3) $C_2H_6O_2$ и $C_{18}H_{30}O_2$
4) $C_3H_8O_3$ и $C_{18}H_{32}O_2$

***Решение*:**

При гидролизе жиров образуются глицерин $C_3H_8O_3$ и карбоновые кислоты с четным числом атомов углерода и неразветвленной углеродной цепью начиная с C_4 до C_{22}.

Ответ:* *4

13. Сумма коэффициентов в молекулярном и сокращенном ионном уравнениях реакции уксусной кислоты с калий карбонатом равны соответственно:

1) 7 и 7; 2) 7 и 9; 3) 5 и 5; 4) 7 и 5.

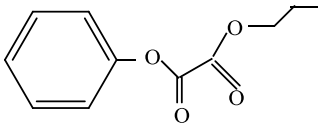
***Решение*:**

Уксусная кислота – слабый электролит.

$$K_2CO_3 + 2CH_3COOH \rightarrow 2CH_3COOK + CO_2 + H_2O \qquad \sum 7$$

$$CO_3^{2-} + 2CH_3COOH \rightarrow 2CH_3COO^- + CO_2 + H_2O \qquad \sum 7$$

***Ответ:* 1**

14. Укажите сумму коэффициентов в уравнении реакции взаимодействия сложного эфира  с избытком раствора гидроксида калия:

1) 4; 2) 6; **3) 8**; 4) 10.

***Решение*:**
В избытке щелочи при гидролизе сложного эфира фенола помимо соли двухосновной щавелевой кислоты, образующей эфир, образуется и соль фенола, т.к. его кислотные свойства выше, чем у спиртов, и он реагирует со щелочами:

$C_6H_5OOC–COOC_3H_7 + 3KOH \rightarrow$
$\rightarrow C_6H_5OK + KOOC\text{-}COOK + C_3H_7OH + H_2O$

Сумма коэффициентов – 8.

***Ответ:* 3.**

15. Из предложенных веществ наибольшую температуру кипения имеет:
1) этаналь; 3) этанол;
2) этановая кислота; 4) этан.

***Решение*:**

Температуры кипения:	Этан	–88,5°С
	Этаналь	21°С
	Этанол	78°С
	Этановая кислота	118°С

Уксусная кислота имеет наибольшее значение молярной массы, а ее молекулы связаны прочными межмолекулярными водородными связями.

***Ответ:* 2.**

16. Дана схема превращений

$$CH_3Cl \xrightarrow{KOH/H_2O} X_1 \xrightarrow{HCOOH/H^+,\ t^\circ} X_2$$

При взаимодействии полученного органического соединения X_2 с избытком раствора гидроксида калия образуются продукты:

1) $HCOOCH_3$ и KCl; 3**) HCOOK и CH_3OH;**
2) HCOOK и H_2O; 4) HCOOK и CH_3OK.

***Решение*:**

$$CH_3Cl + KOH \longrightarrow CH_3OH + KCl$$

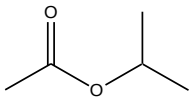
X_1 – метанол

$$CH_3OH + HCOOH \underset{}{\overset{H_2SO_4\ (к),\ t^\circ}{\rightleftharpoons}} HCOOCH_3 + H_2O$$

X_2 – метилформиат

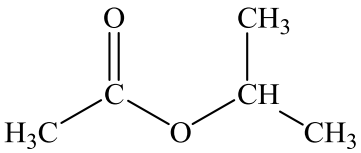
$$\underset{X_2}{HCOOCH_3} + KOH \longrightarrow \underset{\textbf{формиат калия}}{HCOOK} + \underset{\textbf{метанол}}{CH_3OH}$$

***Ответ:* 3.**

17. Для соединения  верным является название:

1) этилпропионат;
2) изопропилэтаноат;
3) пропилацетат;
4) изопропилметаноат.

***Решение*:**



$CH_3COOCH(CH_3)_2$ – и*зопропилацетат или изопропилэтаноат*

***Ответ:* 2**