

8 класс

Все задачи по 25 баллов. В зачет идут 4 лучшие.

Задача 1

А) Рассчитайте количество вещества протонов в 1 л *лисьего хвоста* при н.у.

Решение:

Написана формула *лисьего хвоста*: NO_2 (7 баллов)

Определено его количество: $\nu = 1:22,4 = 0,0446$ моль (7 баллов)

Определено количество протонов в 1 молекуле NO_2 : 23 протона (8 баллов)

Определено общее количество протонов: $\nu = 0,0446 \cdot 23 = 1,026$ моль (7 баллов)

(принимается любое разумное округление)

При отсутствии решения правильный ответ оценивается в максимальный балл: **25 баллов.**

Б) Рассчитайте количество вещества протонов в 1 граненом стакане (250 мл)

универсального растворителя при н.у.

Решение:

Написана формула *универсального растворителя*: H_2O (7 баллов)

Определено его количество: $\nu = 250:18 = 13,89$ моль (7 баллов)

Определено количество протонов в 1 молекуле H_2O : 10 протонов (8 баллов)

Определено общее количество протонов: $\nu = 13,89 \cdot 10 = 138,9$ моль (7 баллов)

(принимается любое разумное округление)

При отсутствии решения правильный ответ оценивается в максимальный балл: **25 баллов.**

В) Рассчитайте количество вещества электронов в 2 л *безжизненного газа* при н.у.

растворителя при н.у.

Решение:

Написана формула *безжизненного газа*: N_2 (7 баллов)

Определено его количество: $\nu = 2:22,4 = 0,089$ моль (7 баллов)

Определено количество электронов в 1 молекуле N_2 : 14 электронов (8 баллов)

Определено общее количество электронов: $\nu = 0,089 \cdot 14 = 1,25$ моль (7 баллов)

(принимается любое разумное округление)

При отсутствии решения правильный ответ оценивается в максимальный балл: **25 баллов.**

Г) Рассчитайте количество вещества протонов в 3 л газа, названного в честь древнеегипетского бога, при н.у.

Написана формула газа: NH_3 (7 баллов)

Определено его количество: $\nu = 2:22,4 = 0,134$ моль (7 баллов)

Определено количество протонов в 1 молекуле NH_3 : 10 протонов (8 баллов)

Определено общее количество протонов: $\nu = 0,134 \cdot 10 = 1,34$ моль (7 баллов) (принимается любое разумное округление)

При отсутствии решения правильный ответ оценивается в максимальный балл: **25 баллов.**

Задача 2

А. Установите состав фрагмента А и формулу вещества $\text{K}_x\text{Fe}_y(\text{A})_6$, если известно, что массовая доля калия в этом веществе составляет 35,56%, железа – 17,02%, в состав фрагмента А входят по одному атому двух неметаллов, а истинная формула вещества соответствует простейшей.

Решение.

Рассчитаем массовую долю фрагмента А в соединении:

$$\omega(\text{A}) = 100 - \omega(\text{K}) - \omega(\text{Fe}) = 47,42\% \text{ (5 баллов)}$$

Составим пропорцию:

$$\frac{\omega(\text{K})}{M(\text{K})} : \frac{\omega(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} : \frac{\omega(\text{A})}{M(\text{A})} = x : y : 6 \text{ (5 баллов)}$$

Подставив числа, получим:

$$0,91 : 0,30 : \frac{47,42}{M(\text{A})} = x : y : 6$$

Помножим все члены пропорции на минимальное число, необходимое для получения целых значений:

$$3 : 1 : \frac{3,33 \cdot 47,42}{M(\text{A})} = x : y : 6 \text{ (5 баллов)}$$

Найдем, теперь, молярную массу фрагмента А:

$$\frac{3,33 \cdot 47,42}{M(\text{A})} = 6$$

$$M(\text{A}) = 26 \text{ г/моль (5 баллов)}$$

Разумным перебором определяем состав фрагмента А – CN. (5 баллов)

Таким образом, формула исходного вещества – $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$.

При отсутствии решения правильный ответ оценивается в максимальный балл: **25 баллов.**

Б. Установите состав фрагмента А и формулу вещества $\text{Cu}_x(\text{A})_4\text{Cl}_y$, если известно, что массовая доля меди в этом веществе составляет 31,53%, хлора – 34,98%, в состав фрагмента А входят 3 атома одного неметалла и один атом другого, а истинная формула вещества соответствует простейшей.

Ответ: NH_3 , $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2$.

В. Установите состав фрагмента А и формулу вещества $K_xZn_y(A)_z$, если известно, что массовая доля натрия в этом веществе составляет 25,70%, цинка – 36,31%, в состав фрагмента А входят по одному атому двух неметаллов, а истинная формула вещества соответствует простейшей.

Ответ: $OH, K_2Zn(OH)_4$.

Г. Установите состав фрагмента А и формулу вещества $Cr_x(A)_yBr_z$, если известно, что массовая доля хрома в этом веществе составляет 13,00%, брома – 60,00%, в состав фрагмента А входят два атома одного неметалла и один атом другого, а истинная формула вещества соответствует простейшей.

Ответ: $H_2O, Cr(H_2O)_6Br_3$.

Задача 3

А. 20,4 г оксида, содержащего 52,94% металла по массе, растворили в 200 г 25%-го раствора кислоты и получили соль, в которой содержание одного из элементов составляет 20,22%. Определите массовые доли веществ в полученном растворе.

Решение.

Запишем формулу оксида металла в общем виде: M_2O_x , где x – степень окисления (валентность) металла. Зная массовую долю металла, установим формулу оксида металла и определим металл.

$$\omega(M) = \frac{2 \cdot M(M)}{2 \cdot M(M) + x \cdot M(O)} = 0,524,$$

где $M(M)$ – молярная масса неизвестного металла

$$0,524 = \frac{2M(M)}{2M(M) + 16x}$$

Приводя подобные, получаем

$$M(M) = 9x$$

Перебирая целочисленные значения x можно установить металл:

x	1	2	3
Молярная масса	9 – Be, не подходит по степени окисления	18 – металла нет	27 - Al

Таким образом, мы установили формулу оксида – Al_2O_3 . **(3 баллов)**

Найдем его количество:

$$\nu(Al_2O_3) = 20,4/102 = 0,2 \text{ моль. (2 балла)}$$

Аналогично можно установить формулу соли, зная массовую долю одного из элементов.

В общем виде формулу соли можно записать следующим образом: Al_xAn_z , где An – кислотный остаток, а x – его заряд.

Предположим, что нам дана массовая доля металла. (Если в этом случае решения не будет, то тогда можно предположить, что дана массовая доля бескислородного остатка, массовая доля кислорода в кислородсодержащем остатке или массовая доля элемента в бескислородном остатке)

$$\omega(An) = \frac{3 \cdot M(An)}{3 \cdot M(An) + x \cdot M(Al)} = 0,2022$$

Решая уравнение аналогичным образом, находим при $x=1$ $M(An)=35,5$ г/моль – это молярная масса хлора. Следовательно, формула соли $AlCl_3$, добавлена была соляная кислота HCl (**4 баллов**).

Найдем количество соляной кислоты

$$v(HCl) = 200 \cdot 0,25 / 36,5 = 1,37 \text{ моль (3 балла)}$$

и запишем уравнение реакции:



По уравнению реакции на 1 моль оксида алюминия требуется 6 моль соляной кислоты, значит на 0,2 моль оксида требуется 1,2 моль кислоты, то есть кислота находится в избытке, и расчеты ведем по оксиду алюминия (**2 балла**)

$$v(AlCl_3) = 2 \cdot v(Al_2O_3) = 0,4 \text{ моль, } m(AlCl_3) = 0,4 \cdot 133,5 = 53,4 \text{ г (2 балла)}$$

Количество оставшейся соляной кислоты

$$v(HCl)_{ост} = v(HCl)_{общ} - v(HCl)_{реак} = 1,37 - 1,2 = 0,17 \text{ моль, } m(HCl) = 0,17 \cdot 36,5 = 6,2 \text{ г (2 балла)}$$

Масса конечного раствора является суммой масс оксида алюминия и раствора соляной кислоты:

$$m_{кон \text{ р-ра}} = m(Al_2O_3) + m_{р-ра}(HCl) = 20,4 + 200 = 220,4 \text{ г}$$

Массовые доли веществ в конечном растворе:

$$\omega(AlCl_3) = \frac{m(AlCl_3)}{m_{(кон.р-ра)}} \cdot 100\% = \frac{53,4}{220,4} \cdot 100\% = 24,22\% \text{ (2 балла)}$$

$$\omega(HCl) = \frac{6,2}{220,4} \cdot 100\% = 2,8\% \text{ (2 балла)}$$

(в качестве ответа принимаются массовые доли, принимается любое разумное округление)

При отсутствии решения правильный ответ оценивается в максимальный балл: **25 баллов**.

Б. 4,64 г оксида, содержащего 72,41% металла по массе, обработали стехиометрическим количеством 5% раствора некоторой кислоты. Определите массовую долю солей в полученном растворе, если массовая доля одного из элементов в одной из солей составляет 34,46%.

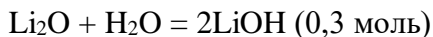


$$m_{кон \text{ рра}} = 121,44 \text{ г}$$

$$w(FeCl_3) = 5,4\%$$

$$w(\text{FeCl}_2) = 2,1\%$$

В. 4,5 г оксида, содержащий 46,67% металла по массе, растворили в 37,8 г 30%го раствора кислоты и получили соль, в которой содержание кислорода составляет 69,57%.
Определить массовые доли веществ в полученном растворе.



$$w(\text{LiNO}_3) = 29,4\%$$

$$w(\text{LiOH}) = 6,8\%$$

Г. 2,35 г оксида, содержащего 82,98% металла по массе, растворили в 29,4 г 5%го раствора кислоты и получили соль, в которой содержание кислорода составляет 30,19%.
Определите массовые доли веществ в полученном растворе.



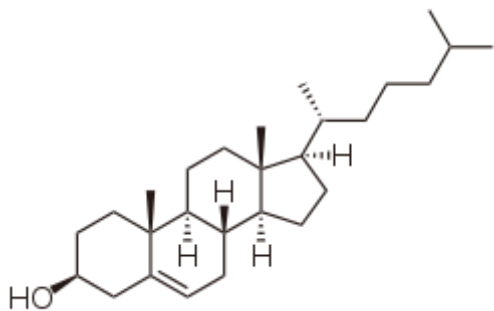
$$w(\text{K}_3\text{PO}_4) = 10,0\%$$

$$w(\text{KOH}) = 0,88\%$$

Задача 4

А. Органические вещества очень часто содержат большое количество атомов углерода и водорода имеют сложное строение. Для удобства такие соединения очень часто изображают в виде сокращенных структурных формул, в которых обычно отсутствуют символы атомов углерода и водорода. Каждая «вершина» в такой структурной формуле соответствуют атому углерода, а количество атомов водорода около него определяется из количества недостающих связей (в органической химии углерод всегда четырехвалентен).

На рисунке приведена структурная формула холестерина, одного из биологически важных соединений:



Определите массовую долю углерода в молекуле холестерина. Какую массу (в г) будут иметь 10 молекул такого вещества?

Решение

Сначала определим молекулярную формулу вещества по его графическому изображению: $C_{27}H_{46}O$. **(5 баллов)**

Определим его молярную массу: $M(\text{холестерина}) = 12 \cdot 27 + 1 \cdot 46 + 16 \cdot 1 = 386 \text{ г/моль}$ **(5 баллов)**

Определим содержание углерода в этой молекуле

$$\omega(C) = \frac{27 \cdot M(C)}{M(\text{холестерина})} \cdot 100\% = 83,94\% \text{ (5 баллов)}$$

(в качестве ответа принимаются массовые доли, принимается любое разумное округление)

Найдем массу одной молекулы в граммах, для этого нужно молярную массу разделить на число молекул, входящих в 1 моль, т.е. на постоянную Авогадро:

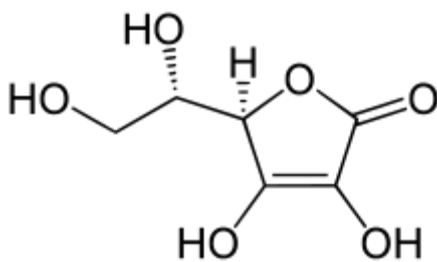
$$m(\text{молекулы}) = \frac{M(\text{вещества})}{N_A} = \frac{386}{6,02 \cdot 10^{23}} = 6,410^{-22} \text{ г (5 баллов)}$$

Масса 10 молекул в 10 раз больше, то есть $6,410^{-21} \text{ г}$ **(5 баллов)**

При отсутствии решения правильный ответ (массовая доля и масса) оценивается в максимальный балл: **25 баллов**.

Б. Органические вещества очень часто содержат большое количество атомов углерода и водорода имеют сложное строение. Для удобства, такие соединения очень часто изображают в виде сокращенных структурных формул, в которых обычно отсутствуют символы атомов углерода и водорода. Каждая «вершина» в такой структурной формуле соответствуют атому углерода, а количество атомов водорода около него определяется из количества недостающих связей (в органической химии углерод всегда четырехвалентен).

На рисунке приведена структурная аскорбиновой кислоты, одного из биологически важных соединений:

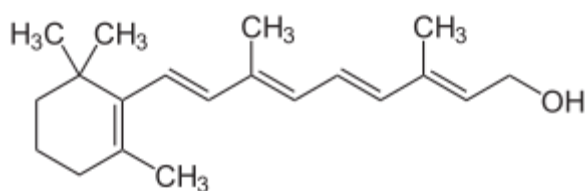


Определите массовую долю углерода в молекуле аскорбиновой кислоты. Какую массу (в г) будут иметь 100 молекул такого вещества?

$$C_6H_8O_6, M=176, w(C)=40,1\%, m(100 \text{ молекул})=2,9 \cdot 10^{-20} \text{ г}$$

В. Органические вещества очень часто содержат большое количество атомов углерода и водорода имеют сложное строение. Для удобства, такие соединения очень часто изображают в виде сокращенных структурных формул, в которых обычно отсутствуют символы атомов углерода и водорода. Каждая «вершина» в такой структурной формуле соответствуют атому углерода, а количество атомов водорода около него определяется из количества недостающих связей (в органической химии углерод всегда четырехвалентен).

На рисунке приведена структурная формула витамина А, одного из биологически важных соединений:

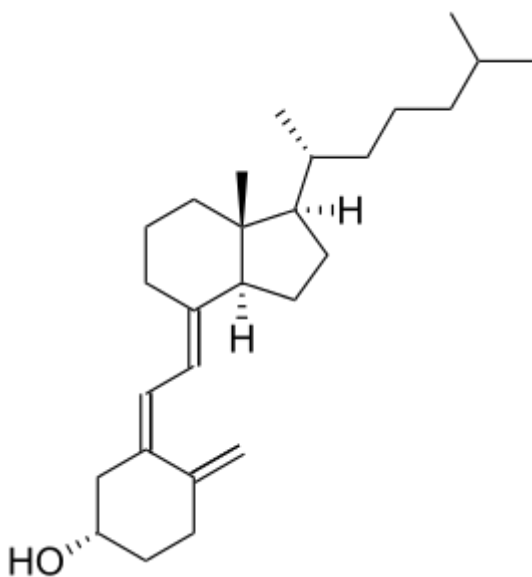


Определите массовую долю водорода в молекуле витамина А. Какую массу (в г) будут иметь 1000 молекул такого вещества?

$C_{20}H_{30}O$, $M=286$, $w(H)=10,4\%$, $m(1000 \text{ молекул})=4,75 \cdot 10^{-19} \text{ г}$

Г. Органические вещества очень часто содержат большое количество атомов углерода и водорода имеют сложное строение. Для удобства, такие соединения очень часто изображают в виде сокращенных структурных формул, в которых обычно отсутствуют символы атомов углерода и водорода. Каждая «вершина» в такой структурной формуле соответствует атому углерода, а количество атомов водорода около него определяется из количества недостающих связей (в органической химии углерод всегда четырехвалентен).

На рисунке приведена структурная формула холекальциферола (витамина D₃), одного из биологически важных соединений:



Определите массовую долю водорода в молекуле витамина D₃. Какую массу (в г) будут иметь 10000 молекул такого вещества?

$C_{27}H_{44}O$, $M=384$, $w(H)=11,5\%$, $m(10000 \text{ молекул})=6,38 \cdot 10^{-18} \text{ г}$

Задача 5

Вариант 1. Три химических стакана объемом по 100 мл содержат по 50 мл растворов гидросульфата натрия (стакан №1), гидроксида натрия (№2) и хлорида натрия (№3) с равными молярными концентрациями (одинаковое число молей каждого вещества в единице объема). В стакан №3 также добавлено две капли раствора метилоранжа.

Содержимое стакана 1 выливается в стакан №2, тщательно перемешивается, и 50 мл выливаются в стакан № 3. Определить цвет раствора, полученного в стакане №3. Запишите уравнения протекающих реакций.

Решение

При сливании раствора №1 и раствора «2» происходит следующая реакция:



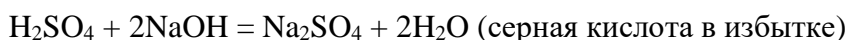
Поскольку объемы растворов одинаковые и концентрации одинаковые, в полученном растворе будет находиться только сульфат натрия. (5 баллов)

При добавлении сульфата натрия к третьему раствору, реакции не происходит



Значит, в полученном растворе содержатся только соли и среда будет нейтральная. Метилоранж в нейтральной среде имеет оранжевый цвет. (10 баллов)

Вариант 2. Три химических стакана объемом по 100 мл. содержат по 50 мл растворов серной кислоты (стакан №1), гидроксида натрия (№2) и бромида калия (№3) с равными молярными концентрациями (одинаковое число молей каждого вещества в единице объема). В стакан №3 также добавлено две капли раствора фенолфталеина. Содержимое стакана 1 выливается в стакан №2, тщательно перемешивается, и 50 мл выливаются в стакан № 3. Определить цвет раствора, полученного в стакане №3. Запишите уравнения протекающих реакций.



В конечном растворе среда кислая, фенолфталеин бесцветный

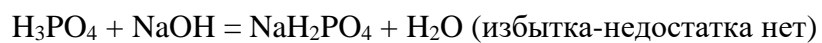
Вариант 3. Три химических стакана объемом по 100 мл. содержат по 50 мл растворов соляной кислоты (стакан №1), гидроксида бария (№2) и нитрата калия (№3) с равными молярными концентрациями (одинаковое число молей каждого вещества в единице объема). В стакан №3 также добавлено две капли раствора фенолфталеина. Содержимое стакана 1 выливается в стакан №2, тщательно перемешивается, и 50 мл выливаются в стакан № 3. Определить цвет раствора, полученного в стакане №3. Запишите уравнения протекающих реакций.



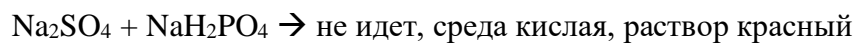
Среда щелочная, раствор малиновый

Вариант 4. Три химических стакана объемом по 100 мл. содержат по 50 мл растворов фосфорной кислоты (стакан №1), гидроксида натрия (№2) и сульфата натрия (№3) с равными молярными концентрациями (одинаковое число молей каждого вещества в единице объема). В стакан №3 также добавлено две капли раствора метилоранжа. Содержимое стакана 1 выливается в стакан №2, тщательно перемешивается, и 50 мл

выливаются в стакан № 3. Определить цвет раствор, полученного в стакане №3. Запишите уравнения протекающих реакций.



(допускается $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{NaOH} = \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$, фосфорная кислота в избытке)



(допускается $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{не идет}$)

