

**1. Содержание белка в организме человека составляет 17 % от массы его тела. Азота в белке содержится 16 %. Определите массу азота в организме человека весом 70 кг. (10 баллов)**

$$\begin{aligned}m(\text{тела}) &= 70 \text{ кг} \\ \omega(\text{белка}) &= 0,17 \\ \omega(\text{N в белке}) &= 0,16 \\ m(\text{N}) &= ?\end{aligned}$$

**Р е ш е н и е:**

Вначале находят массу белка в организме:

$$m(\text{белка}) = 70 \cdot 0,17 = 11,9 \text{ кг}$$

Аналогичным образом вычисляют массу азота:

$$m(\text{N}) = 11,9 \cdot 0,16 = 1,9 \text{ кг}$$

**О т в е т.** 1,9 кг азота в организме человека

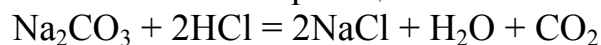
**2. При взаимодействии 10,8 г кальцинированной соды (безводный карбонат натрия) с избытком соляной кислоты получили 2,24 л (н. у.) оксида углерода (IV). Вычислите содержание примесей в соде. (15 баллов)**

$$\begin{aligned}m(\text{соды}) &= 10,8 \text{ г} \\ V(\text{CO}_2) &= 2,24 \text{ л} \\ \omega(\text{примеси}) &= ?\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= 106 \text{ г/моль} \\ V_m &= 22,4 \text{ л/моль}\end{aligned}$$

**Р е ш е н и е:**

1) Составляем уравнение химической реакции:



2) Рассчитаем число моль углекислого газа, выделившегося в ходе реакции

$$\nu(\text{CO}_2) = 2,24 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,1 \text{ моль}$$

3) По уравнению химической реакции  $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \nu(\text{CO}_2) = 0,1$  моль.

4) Рассчитаем массу карбоната натрия

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,1 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 10,6 \text{ г}$$

5) Рассчитаем массу примеси в соде  $m(\text{примеси}) = 10,8 - 10,6 \text{ г} = 0,2 \text{ г}$

6) Определим массовую долю примесей в соде

$$\omega(\text{примеси}) = (m(\text{примеси})/m(\text{соды})) \cdot 100 \% = (0,2/10,8) \cdot 100 \% = 1,85 \%$$

**Ответ:** В соде содержится 1,85 % примесей

**3. Какова будет окраска метилоранжа в растворах солей:**

- а) сульфата цинка,**
- б) гидрокарбоната натрия,**
- в) хлорида калия,**
- г) хлорида алюминия,**
- д) сульфита калия.**

**Ответ поясните уравнениями соответствующих химических реакций.  
(10 баллов)**

**Решение:**

- а)  $2\text{ZnSO}_4 + 2\text{HOH} = (\text{ZnOH})_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$  (метилоранж – красного цвета)**
- б)  $\text{NaHCO}_3 + \text{HOH} = \text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3$  (метилоранж – желтого цвета)**
- в)  $\text{KCl} + \text{HOH} =$  реакция не идет (метилоранж – оранжевого цвета)**
- г)  $\text{AlCl}_3 + \text{HOH} = \text{AlOHCl}_2 + \text{HCl}$  (метилоранж – красный)**
- д)  $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{HOH} = \text{KOH} + \text{KHSO}_3$  (метилоранж – желтый)**

**4. Железную пластинку массой 100 г погрузили в раствор медного купороса (сульфата меди). Через некоторое время пластинку вытащили, высушили и снова взвесили. Ее масса оказалась теперь равной 101,3 г. Вычислите массу меди, осевшей на пластинке. Составьте уравнение реакции, объясните изменение массы пластинки. (20 баллов)**

$$m(\text{Fe}) = 100 \text{ г}$$

$$m(\text{Fe}+\text{Cu}) = 101,3 \text{ г}$$

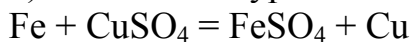
$$m(\text{Cu}) - ?$$

$$M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Cu}) = 64 \text{ г/моль}$$

**Решение:**

1) Записываем уравнение реакции:



2) Предположим, что в реакцию вступило  $x$  моль Fe, то по уравнению реакции на пластинке выделилось  $x$  Cu.

3) Тогда масса растворившегося железа  $m(\text{Fe}) = x \cdot M(\text{Fe}) = x \cdot 56$ ,  
масса выделившейся на пластинке меди  $m(\text{Cu}) = x \cdot M(\text{Cu}) = x \cdot 64$

4) Составляем уравнение, согласно которому масса пластинки изменялась из-за растворения железа и осаждения меди:

$$m(\text{Fe}+\text{Cu}) = m(\text{Fe}) - x \cdot M(\text{Fe}) + x \cdot M(\text{Cu})$$

$$101,3 = 100 - x \cdot 56 + x \cdot 64,$$

$$x = \nu(\text{Cu}) = 0,16 \text{ моль}$$

5) Рассчитаем массу выделившейся меди

$$m(\text{Cu}) = \nu(\text{Cu}) M(\text{Cu}) = 0,16 \cdot 64 = 10,4 \text{ г}$$

Ответ: на пластинке выделилось 10,4 г меди

5. Плотность по водороду неизвестного вещества равна 22. Элементный анализ показал, что в веществе содержится 54,55 % углерода, 9,09 % водорода и 36,36 % кислорода. Вещество легко восстанавливает оксид серебра, образуя кислоту. Выведите структурную формулу этого вещества.

(15 баллов)

$$\begin{aligned}d(\text{H}_2) &= 22 \\ \omega(\text{C}) &= 0,5455 \\ \omega(\text{H}) &= 0,0909 \\ \omega(\text{O}) &= 0,3636\end{aligned}$$



Решение:

1) По относительной плотности газообразного вещества находим относительную молекулярную массу:

$$M_r = 2 \cdot d(\text{H}_2) = 2 \cdot 22 = 44$$

2) По относительной молекулярной массе (целое) и массовой доле элемента в веществе (доля части от целого), находим массу элемента в веществе:

$$m = M_r \cdot \omega,$$

где  $C$  - относительная молекулярная масса;

$\omega$  - массовая доля элемента;

$m$  - масса элемента в веществе.

$$\text{Масса углерода } m(\text{C}) = 44 \cdot 0,5455 = 24$$

$$\text{Масса водорода } m(\text{H}) = 44 \cdot 0,0909 = 4$$

$$\text{Масса кислорода } m(\text{O}) = 44 \cdot 0,3636 = 16$$

3) Число атомов элементов в молекуле газообразного вещества определяют как частное от деления массы элемента на относительные атомные массы соответствующих элементов:

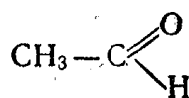
$$n(\text{C}) = m(\text{C}) / M_r(\text{C}) = 24/12 = 2$$

$$n(\text{H}) = m(\text{H}) / M_r(\text{H}) = 4/1 = 4$$

$$n(\text{O}) = m(\text{O}) / M_r(\text{O}) = 16/16 = 1$$

4) Формула вещества -  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ .

5) Поскольку вещество легко восстанавливает оксид серебра - это альдегид

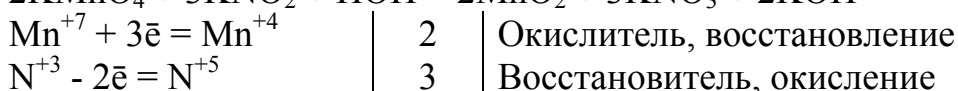
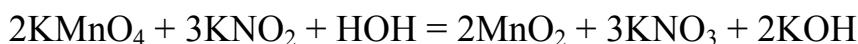
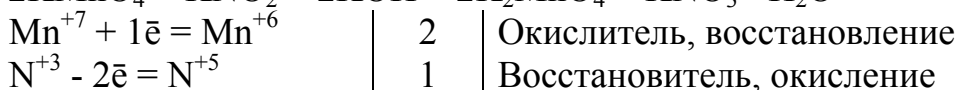
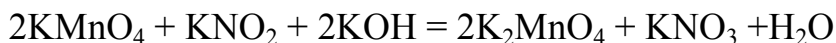
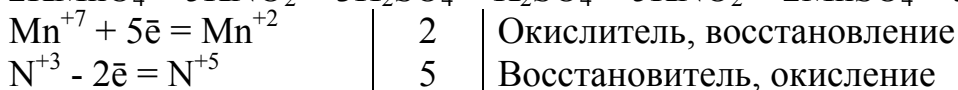


6. В XIX веке для химического анализа различных веществ применялся раствор «хамелеон». В исходном состоянии он был фиолетовым, а при реакции с нитритом калия в присутствии серной кислоты обесцвечивался. Если эта реакция протекала при большом избытке гидроксида калия, раствор становился зеленым. В нейтральной среде добавление нитрита калия вызывало изменение окраски «хамелеона» в буро-коричневую. О каком веществе идет речь? Составьте уравнения реакции между веществами во всех трех случаях, подберите коэффициенты.

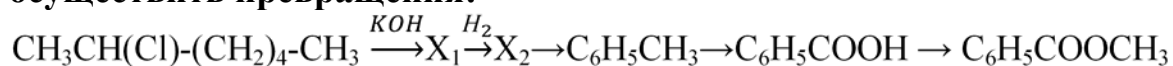
(15 баллов)

Р е ш е н и е:

Перманганат калия



**7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:**

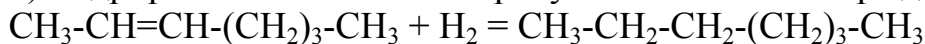


**(15 баллов)**

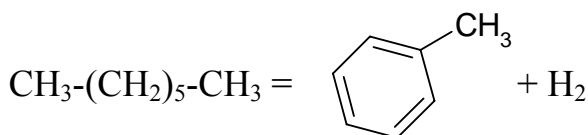
1) Дегидрогалогенирование 2-хлоргептана в спиртово-щелочной среде приведет к гептену-2:



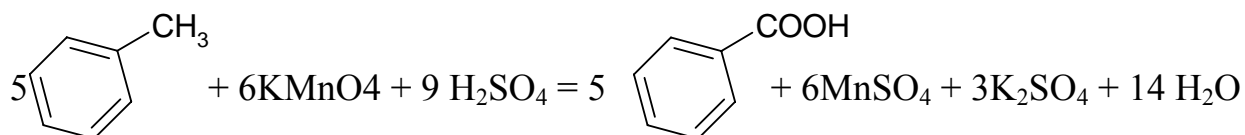
2) Гидрирование гептена-2 в присутствии катализатора дает н-гептан:



3) При повышенной температуре в присутствии катализатора из н-гептана образуется толуол и выделяется водород:



4) Окисление толуола перманганатом калия в кислой среде приведет к бензойной кислоте:



5) В результате ее этерификации образуется метиловый эфир бензойной кислоты и вода:

