Задания С4 по химии

1. К 98,1 мл раствора HCl с концентрацией 10,2 моль/л и плотностью 1,163 г/см3 прибавили необходимое для нейтрализации количество раствора КОН с массовой долей 20%. Сколько граммов воды надо прибавить к полученному раствору, чтобы получить 10%-ный раствор хлорида калия?

Решение.
HCl + KOH → KCl + H2O.
Количество HCl в исходном растворе *v*(HCl) = 10,2 • 0,0981 = 1 моль.
Следовательно, по уравнению реакции нейтрализации потребуется 1 моль
КОН, при этом получится 1 моль KCl (74,5 г).
Масса раствора КОН, которую необходимо добавить:
m(р-ра КОН) = 56 / 0,2 = 280 г.
Общая масса конечного раствора:
mобщая = m(р-ра КОН) + m(р-ра HCl) = 280 + 98,1 • 1,163 = 394 г.
Масса 10%-ного раствора KCl, который надо получить:
m(10% р-ра) = 74,5 / 0,1 = 745 г.
Для этого надо добавить
745 – 394 = 351 г H2O.
Ответ: 351 г.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	**4**
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов.	3
В ответе допущена ошибка в двух из названных выше элементов.	2
В ответе допущена ошибка в трех из названных выше элементов.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	4

www.ctege.info

2. Сульфид меди (II) массой 48 г сожгли в потоке воздуха, а полученный твердый остаток растворили в 600 г 9,8%-ной серной кислоты. Рассчитайте состав полученного раствора (в массовых долях).

Решение.
$CuS + 3/2\ O_2 = CuO + SO_2$.
$\nu(CuS) = 48 / 96 = 0,5$ моль,
$\nu(CuO) = \nu(CuS) = 0,5$ моль.
$\nu(H_2SO_4) = 600 \cdot 0,098 / 98 = 0,6$ моль.
$CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$
CuO – в недостатке. В результате реакции образуется 0,5 моль $CuSO_4$ массой 0,5·160 = 80 г и остается 0,6 – 0,5 = 0,1 моль H_2SO_4 массой 9,8 г.
m(р-ра) = m(р-ра H_2SO_4) + m(CuO) = 600 + 0,5·80 = 640 г.
$\nu(CuSO_4) = 80 / 640 = 0,125 = 12,5\%$
$\nu(H_2SO_4) = 9,8 / 640 = 0,015 = 1,5\%$
Ответ. 12,5% $CuSO_4$, 1,5% H_2SO_4.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	**4**
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов.	3
В ответе допущена ошибка в двух из названных выше элементов.	2
В ответе допущена ошибка в трех из названных выше элементов.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	4

www.ctege.info

3. При растворении 4,5 г частично окисленного алюминия в избытке раствора КОН выделяется 3,7 л (н.у) водорода. Определите массовую долю алюминия в образце.

Решение.
И алюминий, и его оксид растворяются в щелочах, однако водород выделяется только при растворении алюминия:
$2Al + 2KOH + 6H_2O = 2K[Al(OH)_4] + 3H_2$.
$Al_2O_3 + 2KOH + 3H_2O = 2K[Al(OH)_4]$.
Массу алюминия можно определить по объему выделившегося водорода:
$\nu(H_2) = 3,7 / 22,4 = 0,165$ моль,
$\nu(Al) = \nu(H_2) / 3 \cdot 2 = 0,11$ моль,
$m(Al) = 0,11 \cdot 27 = 2,97$ г.
Массовая доля алюминия в смеси с оксидом: $\omega(Al) = 2,97 / 4,5 = 0,66 = 66\%$.
Ответ. 66% Al.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	4
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов.	3
В ответе допущена ошибка в двух из названных выше элементов.	2
В ответе допущена ошибка в трех из названных выше элементов.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	4

www.ctege.info

4. Дисульфид железа(II) массой 60 г сожгли в потоке кислорода, а полученный твердый остаток растворили в 626 мл 10%-ной соляной кислоты (плотность 1,05 г/мл). Рассчитайте состав полученного раствора (в массовых долях).

$4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$.
$\nu(FeS_2) = 60 / 120 = 0,5$ моль,
$\nu(Fe_2O_3) = 0,5\nu(FeS) = 0,25$ моль.
$\nu(HCl) = 626 . 1,05 . 0,1 / 36,5 = 1,8$ моль.
$Fe_2O_3 + 6HCl = 2FeCl_3 + 3H_2O$
Fe_2O_3 – в недостатке. В результате реакции образуется 0,5 моль $FeCl_3$ массой 0,5.162,5 = 81,25 г и остается 1,8 – 6.0,25 = 0,3 моль HCl массой 10,95 г.
m(р-ра) = m(р-ра HCl) + $m(Fe_2O_3)$ = 626.1,05 + 0,25.160 = 697 г.
$\omega(FeCl_3) = 81,25 / 697 = 0,117 = 11,7\%$
$\omega(HCl) = 10,95 / 697 = 0,016 = 1,6\%$
Ответ. 11,7% $FeCl_3$, 1,6% HCl.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	4
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов.	3
В ответе допущена ошибка в двух из названных выше элементов.	2
В ответе допущена ошибка в трех из названных выше элементов.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	4

www.ctege.info

5. Сульфид меди(I) массой 40 г сожгли в потоке воздуха, а полученный твердый остаток растворили в 392 г 15%-ной серной кислоты. Рассчитайте состав полученного раствора (в массовых долях). Относительную атомную массу меди примите равной 64.

$Cu_2S + 2O_2 = 2CuO + SO_2$.
$\nu(Cu_2S) = 40 / 160 = 0,25$ моль,
$\nu(CuO) = 2\nu(Cu_2S) = 0,5$ моль.
$\nu(H_2SO_4) = 392 \cdot 0,15 / 98 = 0,6$ моль.
$CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$
CuO – в недостатке. В результате реакции образуется 0,5 моль $CuSO_4$ массой $0,5 \cdot 160 = 80$ г и остается $0,6 – 0,5 = 0,1$ моль H_2SO_4 массой 9,8 г.
m(р-ра) = m(р-ра H_2SO_4) + m(CuO) = $392 + 0,5 \cdot 80 = 432$ г.
$\omega(CuSO_4) = 80 / 432 = 0,185 = 18,5\%$
$\omega(H_2SO_4) = 9,8 / 432 = 0,023 = 2,3\%$
Ответ. 18,5% $CuSO_4$, 2,3% H_2SO_4.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	4
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов.	3
В ответе допущена ошибка в двух из названных выше элементов.	2
В ответе допущена ошибка в трех из названных выше элементов.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	4

www.ctege.info

6. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

$$CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow[t]{H_2SO_4} X_1 \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4} X_2 \xrightarrow{Na_2CO_3} X_3 \xrightarrow[t]{NaOH} X_4 \xrightarrow{t} C_2H_2$$

В уравнениях укажите структурные формулы органических веществ.

1) CH3CH2CH2OH → CH3CH=CH2 (**X1**) + H2O
2) CH3CH=CH2 + 2KMnO4 + 3H2SO4 → CH3COOH (**X2**) + CO2 + K2SO4 + 2MnSO4 + 4H2O
3) 2CH3COOH + Na2CO3 → 2CH3COONa (**X3**) + CO2 + H2O
4) CH3COONa + NaOH → CH4 (**X4**) + Na2CO3
5) 2CH4 → C2H2 + 3H2

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	**4**
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов.	3
В ответе допущена ошибка в двух из названных выше элементов.	2
В ответе допущена ошибка в трех из названных выше элементов.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	4

www.ctege.info

7. Медь массой 9,6 г растворили в 300 г 21%-ной азотной кислоты. К полученному раствору добавили 250 г 16%-ного раствора гидроксида натрия. Выделившийся осадок отфильтровали. Рассчитайте массовые доли веществ в полученном растворе. Продуктом восстановления азотной кислоты считайте оксид азота(II).

$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$.
$\nu(Cu) = 9,6 / 64 = 0,15$ моль
$\nu(HNO_3) = 300 \cdot 0,21 / 63 = 1$ моль – избыток.
В растворе образуется 0,15 моль $Cu(NO_3)_2$ и остается $1 – 0,15 \cdot 8/3 = 0,6$ моль HNO_3.
$\nu(NaOH) = 250 \cdot 0,16 / 40 = 1$ моль.
$HNO_3 + NaOH = NaNO_3 + H_2O$
$Cu(NO_3)_2 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + 2NaNO_3$
$\nu(NaNO_3) = 0,6 + 0,15 \cdot 2 = 0,9$ моль, $m(NaNO_3) = 0,9 \cdot 85 = 76,5$ г.
В растворе осталось также $1 – 0,6 – 0,15 \cdot 2 = 0,1$ моль NaOH массой $0,1 \cdot 40 = 4$ г.
m(р-ра) = m(Cu) + m(р-ра HNO_3) + m(р-ра NaOH) – m(NO) – m($Cu(OH)_2$) = 9,6 +
+ 300 + 250 – $0,1 \cdot 30 – 0,15 \cdot 98 = 541,9$ г.
$\omega(NaNO_3) = 76,5 / 541,9 = 0,14 = 14\%$
$\omega(NaOH) = 4 / 541,9 = 0,0074 = 0,74\%$
Ответ. 14% $NaNO_3$, 0,74% NaOH.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	**4**
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов.	3
В ответе допущена ошибка в двух из названных выше элементов.	2
В ответе допущена ошибка в трех из названных выше элементов.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	4

www.ctege.info

8. Железо массой 11,2 г растворили в 500 г 12,6%-ной азотной кислоты. К полученному раствору добавили 200 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Выделившийся осадок отфильтровали. Рассчитайте массовые доли веществ в полученном растворе. Продуктом восстановления азотной кислоты считайте оксид азота(II).

$Fe + 4HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$.
$\nu(Fe) = 11,2 / 56 = 0,2$ моль
$\nu(HNO_3) = 500 \cdot 0,126 / 63 = 1$ моль – избыток.
В растворе образуется 0,2 моль $Fe(NO_3)_3$ и остается $1 – 0,2 \cdot 4 = 0,2$ моль HNO_3.
$\nu(NaOH) = 200 \cdot 0,2 / 40 = 1$ моль.

$HNO_3 + NaOH = NaNO_3 + H_2O$
$Fe(NO_3)_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3\downarrow + 3NaNO_3$
$\nu(NaNO_3) = 0,2 + 0,2 \cdot 3 = 0,8$ моль, $m(NaNO_3) = 0,8 \cdot 85 = 68$ г.
В растворе осталось также $1 – 0,2 – 0,2 \cdot 3 = 0,2$ моль NaOH массой $0,2 \cdot 40 = 8$ г.
m(р-ра) = $m(Fe) + m$(р-ра HNO_3) + m(р-ра NaOH) – $m(NO) – m(Fe(OH)_3) = 11,2 +$
$+ 500 + 200 – 0,2 \cdot 30 – 0,2 \cdot 107 = 683,8$ г.
$\omega(NaNO_3) = 68 / 683,8 = 0,099 = 9,9\%$
$\omega(NaOH) = 8 / 683,8 = 0,012 = 1,2\%$
Ответ. 9,9% $NaNO_3$, 1,2% NaOH.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	**4**
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов.	3
В ответе допущена ошибка в двух из названных выше элементов.	2
В ответе допущена ошибка в трех из названных выше элементов.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	4

www.ctege.info

9. Окислением 1,4-диметилбензола массой 21,2 г получили терефталевую (бензол-1,4-дикарбоновую) кислоту, на полную нейтрализацию которой затратили 154 мл 10%-ного раствора гидроксида калия (плотность раствора 1,09 г/мл). Определите выход реакции окисления.

Элементы ответа:
1) Составлено уравнение или схема окисления 1,4-диметилбензола:
$C_6H_4(CH_3)_2 + 6[O] \rightarrow C_6H_4(COOH)_2 + 2H_2O$
или
$5C_6H_4(CH_3)_2 + 12KMnO_4 + 18H_2SO_4 \rightarrow 5C_6H_4(COOH)_2 + 12MnSO_4 + 6K_2SO_4 + 28H_2O$.
2) Составлено уравнение реакции нейтрализации кислоты:
$C_6H_4(COOH)_2 + 2KOH \rightarrow C_6H_4(COOK)_2 + 2H_2O$.
3) Рассчитаны количества веществ:
$\nu(C_6H_4(CH_3)_2) = 21,2 / 106 = 0,2$ моль,
$\nu_{теор}(C_6H_4(COOH)_2) = 0,2$ моль,
$\nu(KOH) = 154 \cdot 1,09 \cdot 0,1 / 56 = 0,3$ моль.
$\nu_{практ}(C_6H_4(COOH)_2) = 0,3 / 2 = 0,15$ моль.
4) Рассчитан выход реакции:
$\eta = 0,15 / 0,2 = 0,75 = 75\%$.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	**5**
Правильно записаны 4 уравнения реакций.	4
Правильно записаны 3 уравнения реакций.	3
Правильно записаны 2 уравнения реакций.	2
Правильно записано 1 уравнение реакции.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	5

www.ctege.info

10. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

$$CaC_2 \xrightarrow{H_2O} X_1 \xrightarrow{C_{акт.,650^\circ}} X_2 \xrightarrow{C_2H_5Cl,\ AlCl_3} X_3 \xrightarrow{KMnO_4,\ H_2SO_4} \rightarrow X_4 \xrightarrow{CH_3OH,\ H^+} C_6H_5-COO-CH_3$$

Элементы ответа:
Приведены уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:
1) CaC2 + 2H2O → C2H2 + Ca(OH)2
(X1 = C2H2)
2) 3C2H2 C6H6
(X2 = C6H6)
3) C6H6 + C2H5Cl C6H5–CH2–CH3 + HCl
(X3 = C6H5–CH2–CH3)
4) 5C6H5–CH2–CH3 + 12KMnO4 + 18H2SO4 → 5C6H5–COOH + 5CO2 + 12MnSO4 + 6K2SO4 + 28H2O
(X4 = C6H5–COOH)
5) C6H5–COOH + CH3OH C6H5–COOCH3 + H2O

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	**4**
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов.	3
В ответе допущена ошибка в двух из названных выше элементов.	2
В ответе допущена ошибка в трех из названных выше элементов.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	4