Задания С5 по химии

1. При сгорании 2,28 г органического вещества образовалось 3,96 г углекислого газа, 0,42 г азота и 0,54 г воды. Установите молекулярную формулу вещества, если известно, что его молярная масса меньше 200 г/моль.

Решение.
$C_xH_yN_zO_a + O_2 = xCO_2 + y/2\ H_2O + z/2\ N_2$
$\nu(C) = \nu(CO_2) = 3,96 / 44 = 0,09$; $m(C) = 0,09 \cdot 12 = 1,08$ г;
$\nu(N) = 2\nu(N_2) = 2 \cdot 0,42 / 28 = 0,03$; $m(N) = 0,03 \cdot 14 = 0,42$ г;
$\nu(H) = 2\nu(H_2O) = 2 \cdot 0,54 / 18 = 0,06$; $m(H) = 0,06$ г;
$m(O) = m(C_xH_yN_zO_a) – m(C) – m(H) – m(N) = 2,28 – 1,08 – 0,42 – 0,06 =$
$= 0,72$ г.
$\nu(O) = 0,72 / 16 = 0,045$;
$\nu(C) : \nu(H) : \nu(N) : \nu(O) = 0,09 : 0,06 : 0,03 : 0,045 = 6 : 4 : 2 : 3$ – $C_6H_4N_2O_3$
(M = 152 г/моль). Условие на молярную массу показывает, что простейшая формула совпадает с молекулярной.
Ответ. $C_6H_4N_2O_3$.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	2
Правильно записан первый элемент ответа.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	2

www.ctege.info

2. При сгорании 24,6 г органического вещества образовалось 26,9 л углекислого газа, 2,24 л азота и 9,0 г воды. Объемы газов измерены при нормальных условиях. Установите молекулярную формулу вещества, если известно, что его молярная масса меньше 180 г/моль.

Решение.

CxHyNzOa + O2 = xCO2 + y/2 H2O + z/2 N2

v(C) = v(CO2) = 26,9 / 22,4 = 1,2; m(C) = 1,2·12 = 14,4 г;

v(N) = 2v(N2) = 2 · 2,24 / 22,4 = 0,2; m(N) = 0,2·14 = 2,8 г;

v(H) = 2v(H2O) = 2 · 9,0 / 18 = 1,0; m(H) = 1,0 г;

m(O) = m(CxHyNzOa) – m(C) – m(H) – m(N) = 24,6 – 14,4 – 2,8 – 1,0 = 6,4 г.
v(O) = 6,4 / 16 = 0,4;
v(C) : *v*(H) : *v*(N) : *v*(O) = 1,2 : 1,0 : 0,2 : 0,4 =
= 6 : 5 : 1: 2 – C6H5NO2 (M = 123 г/моль). Условие на молярную массу показывает, что простейшая формула совпадает с молекулярной.
Ответ. C6H5NO2.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	2
Правильно записан первый элемент ответа.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	2

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.

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.	2
Правильно записан первый элемент ответа.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	2

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.	2
Правильно записан первый элемент ответа.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	2

www.ctege.info

5. При сгорании 33,3 г органического вещества образовалось 26,9 л углекислого газа, 10,1 л азота и 13,5 г воды. Объемы газов измерены при нормальных условиях. Установите молекулярную формулу вещества, если известно, что его молярная масса меньше 200 г/моль.

$C_xH_yN_zO_a + O_2 = xCO_2 + y/2\ H_2O + z/2\ N_2$
$v(C) = v(CO_2) = 26,9 / 22,4 = 1,2$; $m(C) = 1,2.12 = 14,4$ г;
$v(N) = 2v(N_2) = 2 . 10,1 / 22,4 = 0,9$; $m(N) = 0,9.14 = 12,6$ г;
$v(H) = 2v(H_2O) = 2 . 13,5 / 18 = 1,5$; $m(H) = 1,5$ г;
$m(O) = m(C_xH_yN_zO_a) – m(C) – m(H) – m(N) = 33,3 – 14,4 – 12,6 – 1,5 = 4,8$ г.
$v(O) = 4,8 / 16 = 0,3$;
$v(C) : v(H) : v(N) : v(O) = 1,2 : 1,5 : 0,9 : 0,3 = 4 : 5 : 3 : 1$ – $C_4H_5N_3O$ ($M = 111$ г/моль). Условие на молярную массу показывает, что простейшая формула совпадает с молекулярной.
Ответ. $C_4H_5N_3O$.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	2
Правильно записан первый элемент ответа.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	2

www.ctege.info

6. При сгорании 45,3 г органического вещества образовалось 66,0 г углекислого газа, 21,0 г азота и 13,5 г воды. Установите молекулярную формулу вещества, если известно, что его молярная масса меньше 250 г/моль.

$C_xH_yN_zO_a + O_2 = xCO_2 + y/2\ H_2O + z/2\ N_2$
$v(C) = v(CO_2) = 66,0 / 44 = 1,5$; $m(C) = 1,5 \cdot 12 = 18,0$ г;
$v(N) = 2v(N_2) = 2 \cdot 21 / 28 = 1,5$; $m(N) = 1,5 \cdot 14 = 21,0$ г;
$v(H) = 2v(H_2O) = 2 \cdot 13,5 / 18 = 1,5$; $m(H) = 1,5$ г;
$m(O) = m(C_xH_yN_zO_a) – m(C) – m(H) – m(N) = 45,3 – 18,0 – 21,0 – 1,5 = 4,8$ г.
$v(O) = 4,8 / 16 = 0,3$;
$v(C) : v(H) : v(N) : v(O) = 1,5 : 1,5 : 1,5 : 0,3 = 5 : 5 : 5 : 1$ – $C_5H_5N_5O$ (M = 151 г/моль). Условие на молярную массу показывает, что простейшая формула совпадает с молекулярной.

Ответ. $C_5H_5N_5O$.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	2
Правильно записан первый элемент ответа.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	2

www.ctege.info

7. При полном растворении в соляной кислоте смеси карбоната и сульфида некоторого металла с равными массовыми долями выделилась газовая смесь с плотностью по гелию 9,5. Установите формулы исходных соединений, если металл проявляет в соединениях степень окисления +2.

$MCO_3 + 2HCl = MCl_2 + CO_2 + H_2O$
$MS + 2HCl = MCl_2 + H_2S$
Пусть $\nu(MCO_3) = 1$, $\nu(MS) = x$ моль, тогда $\nu(CO_2) = 1$, $\nu(H_2S) = x$ моль.
Из уравнения для средней молярной массы газовой смеси
находим: $x = 1{,}5$.
Обозначим атомную массу металла A и воспользуемся условием равенства массовых долей (масс) карбоната и сульфида:
$1 \cdot (A + 60) = 1.5 \cdot (A + 32)$,
откуда $A = 24$ г/моль. Искомый металл – магний.
Ответ: $MgCO_3$ и MgS.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	2
Правильно записан первый элемент ответа.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	2

www.ctege.info

8. При полном растворении в воде смеси гидрида и фосфида щелочного металла с равными массовыми долями образовалась газовая смесь с плотностью по углекислому газу 0,2. Установите состав исходных соединений.

$MH + H_2O = MOH + H_2$
$M_3P + 3H_2O = 3MOH + PH_3$
Пусть $\nu(MH) = 1$, $\nu(M_3P) = x$ моль, тогда $\nu(H_2) = 1$, $\nu(PH_3) = x$ моль.
Из уравнения для средней молярной массы газовой смеси
находим: $x = 0.27$.
Обозначим атомную массу щелочного металла A и воспользуемся условием равенства массовых долей (т.е., равных масс) гидрида и фосфида:
$1 \cdot (A + 1) = 0.27 \cdot (3A + 31)$,
откуда $A = 39$ г/моль. Искомый металл – калий.
Ответ. KH и K_3P.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	2
Правильно записан первый элемент ответа.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	2

www.ctege.info

9. При сгорании 26,6 г органического вещества образовалось 35,2 г углекислого газа, 2,8 г азота и 12,6 г воды. Установите молекулярную формулу вещества, если известно, что его молярная масса меньше 250 г/моль.

Решение:

$C_xH_yN_zO_a + O_2 = xCO_2 + y/2\ H_2O + z/2\ N_2$

$\nu(C) = \nu(CO_2) = 35,2 / 44 = 0,8$; $m(C) = 0,8 \cdot 12 = 9,6$ г;

$\nu(N) = 2\nu(N_2) = 2 \cdot 2,8 / 28 = 0,2$; $m(N) = 0,2 \cdot 14 = 2,8$ г;

$\nu(H) = 2\nu(H_2O) = 2 \cdot 12,6 / 18 = 1,4$; $m(H) = 1,4$ г;

$m(O) = m(C_xH_yN_zO_a) – m(C) – m(H) – m(N) = 26,6 – 9,6 – 2,8 – 1,4 = 12,8$ г.

$\nu(O) = 12,8 / 16 = 0,8$;

$\nu(C) : \nu(H) : \nu(N) : \nu(O) = 0,8 : 1,4 : 0,2 : 0,8 = 4 : 7 : 1 : 4$ – $C_4H_7NO_4$ (M = 133 г/моль). Условие на молярную массу показывает, что простейшая формула совпадает с молекулярной.

Ответ: $C_4H_7NO_4$.

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы.	2
Правильно записан первый элемент ответа.	1
Все элементы ответа записаны неверно.	0
Максимальный балл	2

www.ctege.info

10. При обработке первичного предельного одноатомного спирта натрием выделилось 6,72 л газа (н.у.). При полной дегидратации такого же количества спирта образуется этиленовый углеводород массой 33,6 г. Установите молекулярную формулу спирта.

Элементы ответа:
1) Написано уравнение реакции спирта с натрием:
$C_nH_{2n+2}O + Na \rightarrow C_nH_{2n+1}ONa + 1/2\ H_2$
2) Написано уравнение дегидратации спирта в общем виде:
$C_nH_{2n+2}O \rightarrow C_nH_{2n} + H_2O$
3) Установлена формула спирта:
$\nu(H_2) = 6,72 / 22,4 = 0,3$ моль
$\nu(C_nH_{2n+2}O) = 0,3 \cdot 2 = 0,6$ моль
$\nu(C_nH_{2n}) = 0,6$ моль
$M(C_nH_{2n}) = 33,6 / 0,6 = 56$ г/моль
$14n = 56$
$n = 4$
Молекулярная формула спирта – $C_4H_{10}O$

Содержание критерия	**Баллы**
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Правильно записан первый и второй элементы ответа	2
Правильно записан первый или второй элементы ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	3