

11 КЛАСС

Задача 11.1 (30 баллов). Этот металл использовали еще в древние времена, затем сведения о нем были утрачены. Только в 1721 году саксонский металлург Иоганн Фридрих Генкель открыл способ получения его из руды. Во влажном воздухе этот металл покрывается тонкой пленкой гидрата окиси, предохраняющей его от дальнейших превращений. Нагретый до 100-150°C металл становится очень ковким и тягучим, а при 200°C - настолько хрупким, что его можно истолочь в порошок. Важным качеством этого металла является его способность противостоять коррозии и, следовательно, защищать другие металлы. Половина всего произведенного металла используется для гальванизации стали для предотвращения коррозии. Он используется для защиты зданий, автомобилей, гвоздей, проводов, труб. По количеству содержания в человеческом организме данный элемент находится на втором месте, уступая лишь железу.

Простое вещество пассивируется в воде. Однако, являясь сильным восстановителем, реагирует с водой при высокой температуре, со щелочами и кислотами.

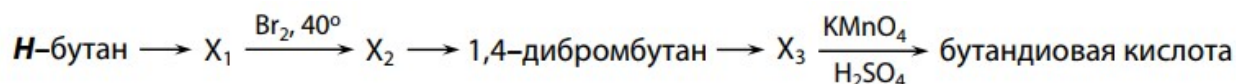
1. Назовите металл, о котором идет речь.
2. Запишите уравнения реакций данного металла с водой, растворами: щелочи, аммиака, хлороводородной кислоты, нитрита натрия, азотной кислоты, с концентрированной серной кислотой. Для окислительно-восстановительных реакций составить электронный баланс методом полуреакций.
3. Определите относительную плотность по азоту газовой смеси, полученной при растворении одинаковых порций данного металла в растворе аммиака и растворе нитрата натрия.

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Дано название металла - ЦИНК	2
Составлены уравнения реакций (по 2 балла за уравнение) по 2 балла за электронно-ионный баланс). Примечание: Если составлен электронный баланс – по 1 баллу за каждый (1*5). Если нет никакого баланса, то уравнение реакции не засчитывается. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{O} = \text{ZnO} + \text{H}_2$ $\text{Zn} + 4\text{NH}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\uparrow$ $3\text{Zn} + \text{NaNO}_2 + 5\text{NaOH} + 5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{NH}_3$ $4\text{Zn} + \text{NaNO}_3 + 7\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{NH}_3$	2*5=10 2*5=10
Проведены расчеты $n(\text{Zn}) = x$ моль. $n(\text{H}_2) = x$ моль, $n(\text{NH}_3) = 0,25x$ моль. $M(\text{см.}) = (2x + 17*0,25x)/(x+0,25x) = 5,00$ (г/моль); $D_{\text{H}_2}(\text{см.}) = 5,00/2 = 2,50$	8

Итого:	30
---------------	-----------

Задача 11.2 (10 баллов). Используя структурные формулы органических веществ, напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3 \xrightarrow{\text{Pt}, t^\circ} \text{CH}_2=\text{CH--CH=CH}_2 + 2\text{H}_2$	2
$\text{CH}_2=\text{CH--CH=CH}_2 + \text{Br}_2 \xrightarrow{40^\circ} \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{--CH=CH--CH}_2 \\ \qquad \qquad \\ \text{Br} \qquad \qquad \text{Br} \end{array}$	2
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{--CH=CH--CH}_2 \\ \qquad \qquad \\ \text{Br} \qquad \qquad \text{Br} \end{array} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Pt}, t^\circ} \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{Br} \qquad \qquad \qquad \text{Br} \end{array}$	2
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{Br} \qquad \qquad \qquad \text{Br} \end{array} + 2\text{KOH} \xrightarrow[\text{(водн. р-р)}]{t^\circ} \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{OH} \qquad \qquad \qquad \text{OH} \end{array} + 2\text{KBr}$	2
$5 \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{OH} \qquad \qquad \qquad \text{OH} \end{array} + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t^\circ} 5 \begin{array}{c} \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ \qquad \qquad \\ \text{HO--C--CH}_2\text{--CH}_2\text{--C--OH} \end{array} + 8\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 22\text{H}_2\text{O}$	2
Итого:	10

Задача 11.3 (10 баллов).

Вещество **А** содержит 23,08% углерода, 15,38% кислорода, 51,92% серебра, 6,73% азота по массе, остальное – водород. Известно, что вещество **А** образуется при взаимодействии вещества **Б** с избытком аммиачного раствора оксида серебра (I). На основании данных задачи:

1. Произведите необходимые вычисления и установите молекулярную формулу вещества **А**. Указывайте единицы измерения искомых физических величин.
2. Составьте структурную формулу вещества **А**, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его формульной единице.
3. Напишите уравнение реакции вещества **Б** с избытком аммиачного раствора оксида серебра(I) (используйте структурные формулы органических веществ).

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Проведены вычисления и установлена молекулярная формула органического	5

вещества А. $C_aH_bN_cO_dAg_f$ $a : b : c : d : f = (23,08/12) : (2,89/1) : (6,73/14) : (15,38/16) : (51,92/108) = 1,923 : 2,89 : 0,481 : 0,961 : 0,481 = 4 : 6 : 1 : 2 : 1$ Молекулярная формула – $C_4H_6NO_2Ag$	
2. Записана структурная формула вещества А $AgC \equiv C - CH_2 - C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow ONH_4 \end{array}$	2
3. Записано уравнение химической реакции $HC \equiv C - CH_2 - C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow H \end{array} + 3[Ag(NH_3)_2]OH \longrightarrow AgC \equiv C - CH_2 - C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow ONH_4 \end{array} + 5NH_3 \uparrow + 2Ag \downarrow + 2H_2O$	3
Итого:	10

Задача 11.4 (30 баллов)

Иодометрический метод количественного анализа кофеина основан на том, что иод взаимодействует с кофеином в кислотной среде с образованием осадка, который отфильтровывают, а избыток иода оттитровывают раствором тиосульфата натрия.

1. Навеску лекарственного препарата 0,3500 г растворили в 10 мл воды в мерной колбе ёмкостью 50 мл, к раствору прибавили 5,00 мл раствора 5%-ной серной кислоты, 20,00 мл 0,1 н. раствора иода при помешивании и объём полученного раствора довели водой до метки. После перемешивания и отстаивания осадок отделили от раствора.

2. Из фильтрата отобрали аликвоту 10,00 мл и провели титрование. Средний объём 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, пошедшего на титрование, равен 3,00 мл.

3. Сформулируйте определение метода титрования и основные требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе. Укажите, каким образом определяют момент завершения иодометрического титрования. Напишите уравнение химической реакции взаимодействия тиосульфата натрия с иодом.

4. Рассчитайте массовую долю кофеина в лекарственном препарате, учитывая, что 1 мл 0,1 н. раствора иода, пошедшего на реакцию с кофеином, соответствует 0,00485 г кофеина.

5. Опишите действие кофеина на организм человека.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Сформулировано определение: титрование – метод количественного анализа, основанный на точном измерении количества реактива, израсходованного на реакцию с определяемым веществом.	2
2. Сформулированы основные требования к реакциям в титриметрическом анализе: точное соответствие уравнению реакции, количественное протекание, достаточно большая скорость, возможность определить окончание момента титрования.	2
Указано, что завершение иодометрического титрования проводят в момент обесцвечивания раствора – исчезает синяя окраска комплекса крахмала с иодом.	2

3.Приведено уравнение химической реакции и составлен баланс методом полуреакций: $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$	4
4.Выведена общая формула для расчета массовой доли кофеина в лекарственном препарате: $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = V(\text{I}_2), \text{ прореагировавшего с } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, \text{ так как концентрации растворов эквимоллярны;}$ $(V(\text{исх. I}_2) - V(\text{I}_2, \text{ прореагировавшего с } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)) \cdot \frac{V_K}{V_A} = V'(\text{I}_2),$ прореагировавшего с кофеином; $\omega(\text{HCHO}) = [V(\text{исх. I}_2) - V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)] \cdot \frac{V_K}{V_A} \cdot 0,00485 / m(\text{навески}).$	10
Проведён расчет массовой доли кофеина в лекарственном препарате: $\omega(\text{HCHO}) = (20,00 - 3,00 \cdot \frac{50}{10}) \cdot 0,00485 / 0,3500 = 0,0693 \text{ или } 6,93\%$	6
5. Охарактеризовано действие кофеина на организм человека: - в умеренных дозах вызывает психостимулирующие эффекты (повышение активности); - в больших дозах может привести к возрастанию артериального давления.	2 2
Итого:	30

Задача 11.5 (20 баллов)

При взаимодействии фосфора массой 31 г с хлором выделилось 400 кДж теплоты. Рассчитайте объем прореагировавшего хлора (н.у.), если теплоты образования хлорида фосфора(III) и хлорида фосфора(V) равны 318 и 455 кДж/моль соответственно. Составьте термохимические уравнения.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$n(P) = 31/31 = 1$ моль.	2
В реакцию с хлором с образованием трихлорида фосфора вступило x моль, при этом выделилось $318x$ кДж,	2
в реакцию с хлором с образованием пентахлорида фосфора вступило y моль, при этом выделилось $455y$ кДж.	2
Тогда: $x+y = 1$ $x=0,401$ $318x + 455y = 400$; $y=0,599$	4
Составлены термохимические уравнения реакций: $2P(тв.) + 3Cl_2(г.) \rightarrow 2PCl_3(ж.) + 636 \text{ кДж}$ $2P(тв.) + 5Cl_2(г.) \rightarrow 2PCl_5(тв.) + 910 \text{ кДж}$	3 3
Рассчитано количество хлора, вступившего в реакцию: $n(Cl_2) = 1,5x + 2,5y = 2,1$ (моль), $V(Cl_2) = 22,4 \cdot 2,1 = 47$ (л).	4
Итого:	20