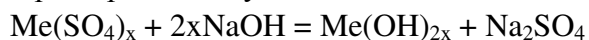


Задания 11 класса

Представлен один из возможных вариантов решения заданий

Задача №11-1

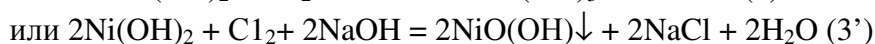
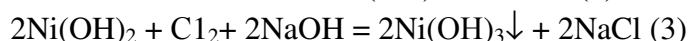
В общем виде уравнение первой реакции будет выглядеть так:



$$\text{OH} : \text{Me} = 0,366 : 0,634$$

$$\frac{34x}{0,366} = \frac{M}{0,634}$$

Если металл двухвалентный, то $x = 1$ и $M = 58,9$ г/моль, металл, подходящий под описание – никель (X). Учитывая, что в прошлом руда этого элемента применялась в стекловарении для окраски стёкол в зелёный цвет, а растворы никеля обладают зеленой окраской, можно предположить, что данный элемент – никель.



А – NiSO ₄	В – NiO(OH) или Ni(OH) ₃
Б – Ni(OH) ₂	Г – [Ni(NH ₃) ₆](OH) ₂

Общая формула кристаллогидрата NiSO₄·xH₂O.

$$M(\text{NiSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 155 + 18x$$

$$\text{Тогда } \omega = \frac{Ar(\text{Ni})}{M(\text{NiSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O})} * 100\% = 20,996\%$$

$$\frac{59}{155 + 18x} = 0,20996$$

$$x = 7$$

Следовательно, формула кристаллогидрата – NiSO₄·7H₂O

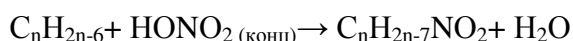
Разбалловка

Определение элемента X (без подтверждения расчетом –0,5 б.)*	2 б.
Написание формул веществ А–Г	4 x 0,5 б. = 2 б.
Написание уравнений реакций 1–4	4 x 1 б. = 4 б.
Установление формулы кристаллогидрата	2 б.
ИТОГО	10 б.

* определение молярной массы металла без указания на никель (или указание в качестве элемента X кобальта) оценивать в 2 балла. Остальную часть задачи, в случае принятия X – Со оценивать в 0 баллов

Задача №11-2

Общая формула гомологического ряда аренов C_nH_{2n-6}. Уравнение реакции нитрования в общем виде можно представить так:



Найдем молярные массы исходного вещества и продуктов нитрования:

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n-6}) = (14n - 6) \text{ г/моль}$$

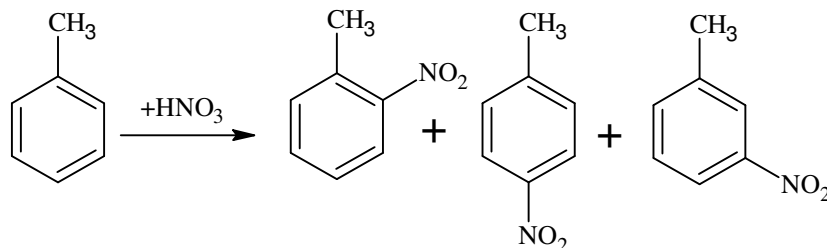
$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n-7}\text{NO}_2) = (14n + 39) \text{ г/моль}$$

По условию реакции $M(\text{C}_n\text{H}_{2n-7}\text{NO}_2) = 1,49M(\text{C}_n\text{H}_{2n-6})$

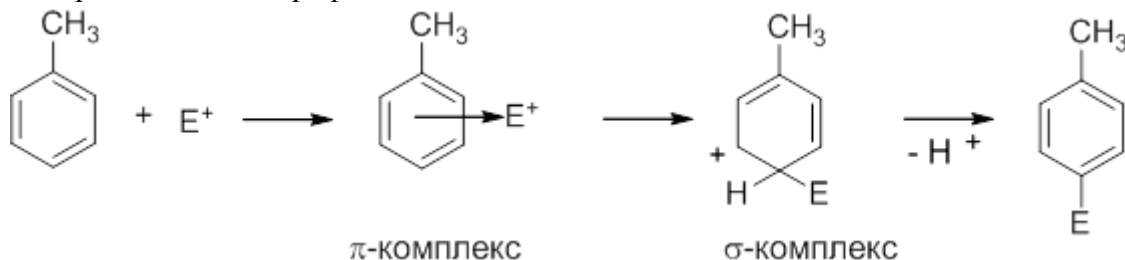
$$14n + 39 = 1,49(14n - 6),$$

$$n = 7, \text{ A – это толуол.}$$

В результате нитрования возможно образование трех моонитропроизводных: орто, мета и пара-нитротолуолы:



Механизм реакции – электрофильное замещение:



Найдем массовые доли продуктов нитрования:

$$\omega(1) = 14,75 / (14,75 + 9,25 + 1) = 0,59 \text{ или } 59\%$$

$$\omega(2) = 9,25 / (14,75 + 9,25 + 1) = 0,37 \text{ или } 37\%$$

$$\omega(3) = 1 - 0,59 - 0,37 = 0,04 \text{ или } 4\%$$

Найдем соответствие между структурой продукта и его содержанием в смеси.

Известно, что метильный радикал – заместитель 1-го рода. Он повышает электронную плотность в бензольном кольце, особенно на углеродных атомах в орто- и пара- положениях, что благоприятствуют взаимодействию с электрофильными реагентами именно этих атомов.

В то же время из условия задачи известно, что при нитровании хлорбензола и ацетанилида изомер (3) не образуется вообще. Следовательно, это – м-изомер.

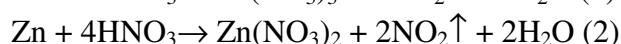
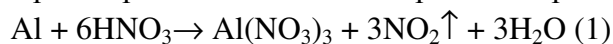
При переходе от заместителей $-\text{CH}_3$ и $-\text{Cl}$ к более сложному и объемному $-\text{NHCOCH}_3$ следует ожидать уменьшения содержания в реакционной смеси о-изомера, так как более массивные заместители затрудняют подход новой частицы в о-положение. Следовательно, о-изомер – это изомер (1) и его массовая доля 59%.

Разбалловка

Определение вещества А, подтвержденное расчетом	2 б.
Написание уравнения реакции (1)	0,5 б.
Название изомеров моонитропроизводных	3x0,5 б. = 1,5 б.
Механизм реакции (1)	1 б.
Расчет массовых долей продуктов реакции	3x1 б. = 3 б.
Объяснение массового отношения изомеров в смеси	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-3

При растворении сплава в растворе азотной кислоты протекают реакции:



Рассчитаем массовые доли компонентов в сплаве:

$$v(\text{NO}_2) = 7,28 / 22,4 = 0,325 \text{ моль.}$$

Пусть в реакцию вступило x моль Al и y моль Zn, тогда

$$v(\text{NO}_2) = 3x + 2y = 0,325 \text{ моль.}$$

Выразим массу сплава:

$$m(\text{сплава}) = m(\text{Al}) + m(\text{Zn}) = 27x + 65y = 4,57 \text{ г.}$$

Составим систему уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} 3x + 2y = 0,325, \\ 27x + 65y = 4,57, \end{cases}$$

Решением системы уравнений являются $x = 0,085$, $y = 0,035$. Следовательно, сплав содержит 0,085 моль Al и 0,035 моль Zn.

Массы металлов в сплаве:

$$m(\text{Al}) = 27 \cdot 0,085 = 2,295 \text{ г}$$

$$m(\text{Zn}) = 65 \cdot 0,035 = 2,275 \text{ г}$$

Массовые доли металлов в сплаве:

$$w(\text{Al}) = 2,295 / 4,57 = 0,5022 \text{ (50,22\%);}$$

$$w(\text{Zn}) = 2,275 / 4,57 = 0,4978 \text{ (49,78\%).}$$

Определим вся ли кислота вступила в реакцию, либо остался ее избыток:

$$m(\text{р-ра HNO}_3) = V \cdot \rho = 43,75 \cdot 1,44 = 63 \text{ г;}$$

$$m(\text{HNO}_3) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega(\text{HNO}_3) = 63 \cdot 0,7 = 44,1 \text{ г;}$$

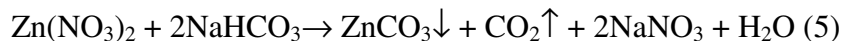
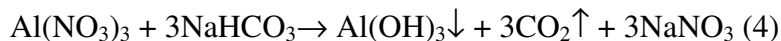
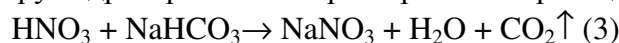
$$n(\text{HNO}_3) = 44,1 / 63 = 0,7 \text{ моль}$$

Из этого количества азотной кислоты израсходовано:

$$n(\text{HNO}_3) = 6 \cdot 0,085 + 4 \cdot 0,035 = 0,65 \text{ моль}$$

Следовательно, осталось: $n_1(\text{HNO}_3) = 0,7 - 0,65 = 0,05$ моль.

При добавлении к раствору гидрокарбоната натрия протекают реакции:



В результате всех этих реакций выделяется CO_2 , его количество:

$$n(\text{CO}_2) = n_1(\text{HNO}_3) + 3n(\text{Al}) + n(\text{Zn}) = 0,05 + 3 \cdot 0,085 + 0,035 = 0,34 \text{ моль.}$$

Объем выделившегося диоксида углерода составляет

$$V(\text{CO}_2) = 0,34 \cdot 22,4 = 7,616 \text{ л.}$$

Масса осадка, образовавшегося в результате реакции с гидрокарбонатом:

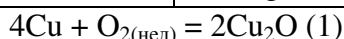
$$m = m(\text{Al}(\text{OH})_3) + m(\text{ZnCO}_3) = 0,085 \cdot 78 + 0,035 \cdot 125 = 11,005 \text{ г}$$

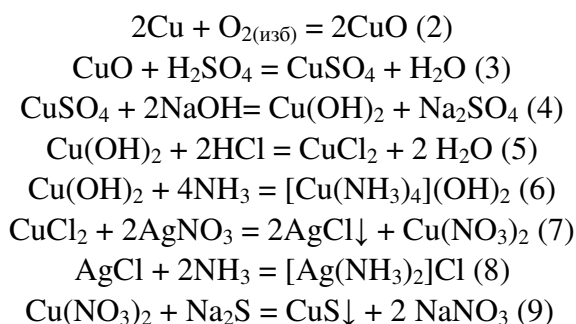
Разбалловка

Написание уравнений реакций (1)–(2)	2x0,5 б. = 1 б.
Написание уравнений реакций (3)–(5)	3x1 б. = 3 б.
Расчет массовых долей цинка и алюминия в сплаве	2 б.
Расчет объема выделившегося углекислого газа	3 б.
Расчет массы образовавшегося осадка	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-4

A – Cu	D – CuSO ₄	G – [Cu(NH ₃) ₄](OH) ₂	J – CuS
B – Cu ₂ O	E – Cu(OH) ₂	H – AgCl	
C – CuO	F – CuCl ₂	I – [Ag(NH ₃) ₂](OH)	



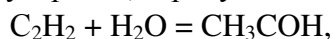


Разбалловка

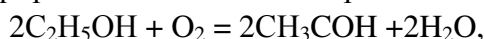
Определение вещества А	1 б.
Определение веществ В–J	9x0,5 б. = 4,5 б.
Написание уравнений реакций (1)–(9)	9x0,5 б. = 4,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-5

Катализаторами процесса Вакера, описывающегося представленной в задаче реакцией является смесь хлоридов палладия (II) и меди (II). Альтернативными путями синтеза ацетальдегида являются реакция Кучерова (в присутствии солей ртути):



а также окисление или дегидрирование этилового спирта:



Представим уравнение Менделеева-Клапейрона в следующем виде

$$PV = nRT/V;$$

$$\text{так как } n/V = c, \text{ то } P = cRT=$$

Для начальных условий:

$$P_0 = (0,1 + 0,3) RT = 0,4RT$$

После установления равновесия в смеси находится этаналь, этилен и кислород.

Пусть прореагировало x (моль/л) этилена, тогда кислорода прореагировало в два раза меньше, т.е. $0,5x$ (моль/л) и образовалось x (моль/л) этанала.

Следовательно, в равновесной смеси содержится $(0,1-x)$ (моль/л) этилена, $(0,3-0,5x)$ (моль/л) кислорода, x (моль/л) этанала. Тогда,

$$P_{\text{равн.}} = (0,1-x+0,3-0,5x+x)RT = (0,4-0,5x)RT$$

Составляем пропорцию:

$$\begin{aligned} 0,4 RT &= 100\% \\ (0,4-0,5x)RT &= 95\% \end{aligned}$$

Решая это уравнение, находим, что $x=0,04$.

$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{COH}]^2}{[\text{C}_2\text{H}_4]^2 [\text{O}_2]} = \frac{0,04^2}{0,06^2 \cdot 0,28} = 1,59$$

Чтобы увеличить выход ацетальдегида необходимо создать условия для смещения химического равновесия вправо, а именно:

- увеличить давление, так как она идет с уменьшением объема
- уменьшить температуру, так как вероятнее всего указанная реакция является экзотермической (реакция окисления)
- увеличить концентрацию исходного вещества – кислорода
- уменьшить концентрацию продукта реакции – ацетальдегида.

Разбалловка

Указание катализатора, который может использоваться	1 б.
Уравнения двух реакций – способов получения ацетальдегида	2x2 б. = 4 б.
Расчет константы равновесия	3 б.
Ответ на вопрос об увеличении выхода ацетилена	4x0,5 б. = 2 б.
ИТОГО	10 б.