

Муниципальный этап ВСОШ по ХИМИИ. 9 класс

Задание 1. (20 баллов).

Химия – экспериментальная наука. Для различных опытов химикам необходима лабораторная посуда. Очень важно знать название и предназначение. На рисунке представлена установка для перегонки жидкостей.

Задание: соотнесите внешний вид посуды или элемента установки с названием, данным под буквами, например, 1-А, 2-Б и т.д.

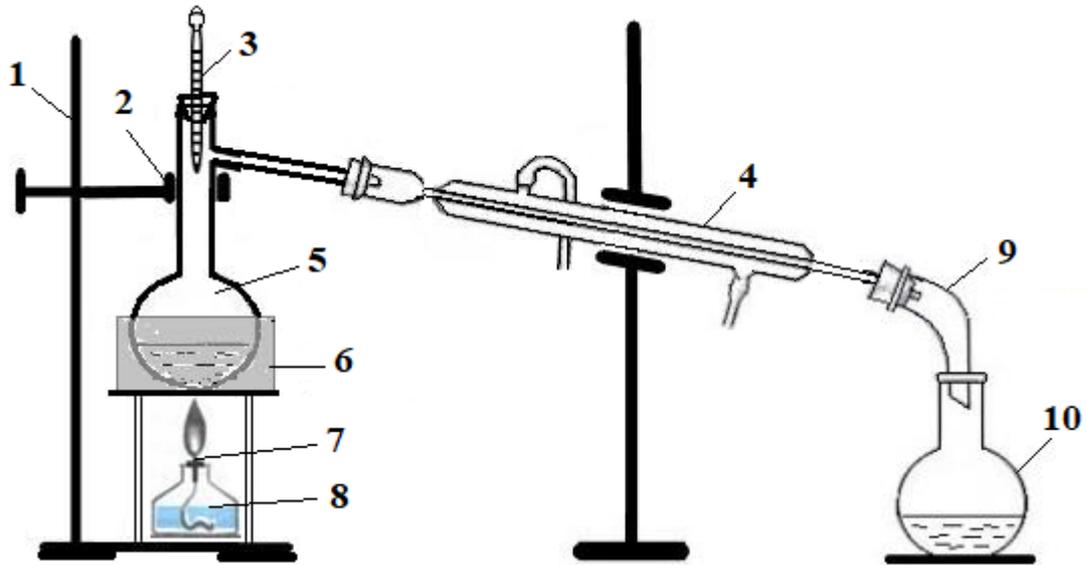


Рисунок 2.

А – аллонж; Б – фитиль; В – колба Вюрца; Г – термометр; Д – спиртовая горелка; Е – штатив; Ж – лапка штатива; И – водяная баня; К – холодильник Либиха; М – колба плоскодонная

Решение задания:

Решение	Критерии оценивания
1-Е, 2-Ж, 3-Г, 4-К, 5-В, 6-И, 7-Б, 8-Д, 9-А, 10-М	За каждый верный ответ – по 2 балла, итого: 20 баллов

Задание 2 (20 баллов).

Данное вещество является универсальным удобрением, которое можно использовать как индивидуально, так и совместно с другими минеральными удобрениями. Его применяют и для внутренней подкормки сельскохозяйственных или декоративных культур, и для внешней обработки. Используется вещество и для борьбы с некоторыми насекомыми: долгоносиком, цветоедом, гусеницами и т.д. Особенно ценно то, что данное вещество удобно и практично в использовании, а так же не наносит вреда окружающей среде.

Задания:

1. Выведите формулу данного вещества, если известно, что в его составе имеется 46,67% азота, 26,67% кислорода, 20% углерода и 6,66% водорода.
2. Предложите графическую формулу вещества.
3. Предложите способ получения вещества (подсказка: промышленное производство вещества совмещается с аммиачным).
4. Определите плотность смеси необходимых для синтеза вещества реагентов, взятых в стехиометрическом соотношении, по водороду.
5. Рассчитайте навеску вещества, которую нужно взять для приготовления 1 литра 0,5% раствора, необходимого для обработки декоративных растений. Определите молярную концентрацию вещества в этом растворе (считать, что плотность раствора равна 1 г/см^3 , а изменением объема при приготовлении раствора можно пренебречь).

Решение и критерии оценивания (всего 20 баллов)

Решение и критерии оценивания	Баллы
Выведена формула вещества: $n(\text{N})=46,67/14=3,33$ моль $n(\text{O})=26,67/16=1,67$ моль $n(\text{C})=20/12=1,67$ моль $n(\text{H})=6,66/1=6,66$ моль $n(\text{N}): n(\text{O}): n(\text{C}):n(\text{H})=3,33:1,67:1,67:6,66=2:1:1:4$ Формула соединения $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ или $\text{N}_2\text{H}_4\text{CO}$ (брутто)	4
	3
$2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 = (\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	5
Определены количества реагентов в 1 моль смеси и молярная масса смеси: $n(\text{NH}_3) = 2 \cdot 1/3 = 2/3$ моль; $n(\text{CO}_2) = 1/3$ моль $M(\text{смеси}) = 2/3 \cdot 17 + 1/3 \cdot 44 = 25,99 = 26$ г/моль $M(\text{H}_2) = 2$ г/моль, Рассчитана плотность газовой смеси реагентов по водороду: $D = 26/2 = 13$	4
Определена масса вещества, необходимая для приготовления раствора. Т.к. плотность раствора равна 1 г/мл, то масса раствора 1000 г., масса вещества $m = 0,5\% \cdot 1000 \text{ г}/100\% = 5$ г Определена молярная концентрация: $C = n/V$; $M((\text{NH}_2)_2\text{CO}) = 60$ г/моль $n = 5/60 = 0,083$ моль; $C = 0,083/1 = 0,083$ моль/л	4
Итого	20 баллов

Задание 3 (20 баллов)

К насыщенному раствору сульфата натрия (28,1 г/100 г воды) при 25 °С добавили в 50 г серной кислоты в виде раствора с массовой долей 30%. При температуре 25 °С растворимость гидросульфата натрия 28,5 г /100 г воды. Вычислите массовую долю веществ в растворе полученном растворе и сделайте вывод, выпадет ли в осадок гидросульфат натрия.

Решение и критерии оценки

Решение и критерии оценки	Баллы
Составлено уравнение реакции: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{NaHSO}_4$	2
Определены массы веществ в растворе после реакции: Масса раствора сульфата натрия, содержащую 28,1 г соли равна 128,1 г. $M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль}$, $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 28,1/142 = 0,1979 \text{ моль}$;	2
$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$, масса и количество серной кислоты в растворе: $m = 0,3 * 50 = 15 \text{ г}$, $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 15/98 \text{ г/моль} = 0,1531 \text{ моль}$ – кислота в недостатке;	2
Количество и масса гидросульфата натрия: $M(\text{NaHSO}_4) = 120 \text{ г/моль}$ $n(\text{NaHSO}_4) = 2 n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,3062 \text{ моль}$;	2
$m(\text{NaHSO}_4) = 0,3062 \text{ моль} * 120 \text{ г/моль} = 36,744 \text{ г}$	
Количество и масса не вступившего в реакцию сульфата натрия $n(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{ост}} = 0,1979 - 0,1531 = 0,0448 \text{ моль}$, $m = 6,3616 \text{ г}$	2
Общая масса воды: $m(\text{H}_2\text{O}) = 100 + (50 - 15) = 135 \text{ г}$	2
Сопоставление массы гидросульфата натрия в полученном растворе с коэффициентом растворимости: $36,744 * 100 / 135 = 27,2178 \text{ г} < 28,5 \text{ г}$ – осадок не выпадает	6
Определены массовые доли веществ в растворе: $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 6,3616 / 178,1 = 0,036$ или 3,6% $\omega(\text{NaHSO}_4) = 36,744 / 178,1 = 0,206$ или 20,6% $\omega(\text{H}_2\text{O}) = 135 / 178,1 = 0,758$ или 75,8% Ответ: Масса раствора 178,1 г, массовая доля сульфата натрия - 3,6%, гидросульфата натрия - 20,6% и воды 75,8 %, осадок не выпадет	2
всего	20

Задание 4 (20 баллов).

При изготовлении печатных плат используется хлорное железо. При этом медный проводник частично или полностью растворяется при взаимодействии с указанной солью. Печатную плату выдержали в 100 г 20% раствора хлорида железа (III) до полного прекращения реакции, промыли в дистиллированной воде, высушили и покрыли изолирующим составом. Для регенерации меди из отработанного раствора использовали железную пластину массой 10 г.

Задание:

1. Определите массовую долю соли в конечном растворе (после регенерации меди).
2. В ходе полной регенерации меди насколько изменилась масса пластины?
3. Сколько мл 73% раствора азотной кислоты (плотность 1,425 г/мл) потребуется для растворения полученной при регенерации меди.

Решение и критерии оценки

Решение и критерии оценки	Баллы
<p>Написаны уравнения реакций: $\text{Cu} + 2\text{FeCl}_3 = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$ (1) $\text{CuCl}_2 + \text{Fe} = \text{FeCl}_2 + \text{Cu}$ (2) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$ (3)</p>	6
<p>Определены количество веществ, образовавшихся в реакции (1): $n(\text{FeCl}_3) = n(\text{FeCl}_2) = 20\text{г}/162,5\text{ г/моль} = 0,123\text{ моль}$ $M(\text{FeCl}_3) = 162,5\text{г/моль}; M(\text{FeCl}_2) = 127\text{г/моль}$ $n(\text{CuCl}_2) = 1/2 n(\text{FeCl}_2) = 0,0615\text{ моль}$ Определено общее количество и количество, вступающего в реакцию (2) железа с указанием, что оно находится в избытке: $n(\text{Fe}) = 10/56 = 0,1786\text{ моль}$- общее; $n(\text{Fe}) = n(\text{Cu}) = n(\text{CuCl}_2) = 0,0615\text{ моль}$; соль находится в недостатке и расчет проводится по ней.</p>	2
<p>Определена массовая доля хлорида железа (II) в растворе после регенерации меди:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Масса раствора после реакций (1) и (2): $m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-р}}(\text{FeCl}_3) + m(\text{Cu})_{\text{р1}} + m(\text{Fe})_{\text{р2}} - m(\text{Cu})_{\text{р2}}$ $m(\text{Cu})_{\text{р1}} = m(\text{Cu})_{\text{р2}}; m(\text{Fe})_{\text{р2}} = 56 * 0,0615 = 3,444\text{ г}$ $m_{\text{р-ра}} = 100 + 3,444 = 103,444\text{г}$ 2. Масса хлорида железа (II): $n(\text{FeCl}_2)_{\text{общ}} = n(\text{FeCl}_2)_{\text{р1}} + n(\text{FeCl}_2)_{\text{р2}} = 0,123 + 0,0615 = 0,1845\text{ моль}$ $m(\text{FeCl}_2) = 0,1845 * 127 = 23,4315\text{ г}$ $\omega(\text{FeCl}_2) = 23,4315 / 103,444 * 100\% = 22,65\%$ 	3
<p>Рассчитан привес железной пластины: $\Delta m = 0,0615 * (64 - 56) = 0,492$ или $10 + 64 * 0,0615 - 0,0615 * 56 = 10,492$</p>	4
<p>Проведен расчет необходимого объема азотной кислоты по уравнению (3): $n(\text{HNO}_3) = 4n(\text{Cu}) = 0,0615 * 4 = 0,246\text{ моль}$ $m(\text{HNO}_3) = 0,246 * 63 = 15,5\text{г}$ $m_{\text{р-ра}}(\text{HNO}_3) = 15,5 / 0,73 = 21,23\text{г}$ $V_{\text{р-р}}(\text{HNO}_3) = 21,23\text{г} / 1,425\text{г/мл} = 14,9\text{мл}$ или 15 мл</p>	5
всего	20

Задание 5 (20 баллов).

В пяти пробирках находятся растворы бромида калия, хлорида железа (3+), нитрата меди (2+), нитрата серебра и гидроксида бария. Используя только эти растворы определите, в какой пробирке находится каждое из веществ. Решение представьте в виде таблицы с наблюдениями. Напишите уравнения реакций, подтверждающие открытие веществ.

	FeCl ₃	Ba(OH) ₂	Cu(NO ₃) ₂	KBr	AgNO ₃
FeCl ₃					
Ba(OH) ₂	-	-			
Cu(NO ₃) ₂	-	-	-		
KBr	-	-	-	-	
AgNO ₃	-	-	-	-	-

Решение задачи 5:

Решение						Критерии оценивания
	FeCl ₃	Ba(OH) ₂	Cu(NO ₃) ₂	KBr	AgNO ₃	10 баллов за заполненную таблицу и ход обнаружения (допустим любой верный вариант)
FeCl ₃	Зелёно-желтый раствор	бурый осадок Fe(OH) ₃	Голубой раствор	-	белый творожистый осадок AgCl	
Ba(OH) ₂	-	-	голубой студенистый осадок Cu(OH) ₂	-	коричневый осадок Ag ₂ O	
Cu(NO ₃) ₂	-	-	-	-		
KBr	-	-	-	-	бледно-жёлтый осадок AgBr	
AgNO ₃	-	-	-	-	-	
<p>Пример обнаружения: Обнаружение хлорида железа(III) по характерной зелёно-желтой окраске раствора. Добавляем обнаруженный реактив к другим пробиркам. По образованию бурого осадка Fe(OH)₃ и белого творожистого AgCl определяем Ba(OH)₂ и AgNO₃. Приливаем Ba(OH)₂ и по образованию голубого осадка Cu(OH)₂, коричневого осадка Ag₂O определяем Cu(NO₃)₂, AgNO₃. Приливаем AgNO₃ и по образованию бледно-желтого осадка AgBr определяем KBr.</p>						
<p>Уравнения реакций, подтверждающие открытие веществ (принимается молекулярный или ионный вид):</p> $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Ba(OH)}_2 = 2\text{Fe(OH)}_3\downarrow + 3\text{BaCl}_2, \quad 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{OH}^- = 2\text{Fe(OH)}_3\downarrow$ $\text{FeCl}_3 + 3\text{AgNO}_3 = \text{Fe(NO}_3)_3 + 3\text{AgCl}\downarrow, \quad \text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$ $\text{Ba(OH)}_2 + \text{Cu(NO}_3)_2 = \text{Cu(OH)}_2\downarrow + \text{Ba(NO}_3)_2, \quad \text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu(OH)}_2\downarrow$ $\text{AgNO}_3 + \text{KBr} = \text{AgBr}\downarrow + \text{KNO}_3, \quad \text{Ag}^+ + \text{Br}^- = \text{AgBr}\downarrow$ $\text{Ba(OH)}_2 + 2\text{AgNO}_3 = \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{Ba(NO}_3)_2, \quad 2\text{Ag}^+ + 2\text{OH}^- = \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ <p>При написании уравнения без коэффициентов оценивается в 0,5 балла.</p>						
ИТОГО:						20