Решение задачи 7–8 класса

Составим таблицу по результатам выполнения эксперимента. Допустим, что после фильтрования мы получили 4,8 г осадка:

Взяли для исследования	Получили осадка	Растворилось
10,0 г	5,2 г	10,0 – 5,2 = 4,8 г

Вычислим растворимость (в г/ 100 г воды), считая, что плотность воды 1,0 г/мл:

В 50 г воды растворяется 4,8 г гидрокарбоната натрия

В 100 г воды растворяется X г гидрокарбоната натрия

$$X = \frac{100 \cdot 4{,}8}{50} = 9{,}6$$

Растворимость гидрокарбоната натрия равна 9,6 г/100 г воды.

Вычислим растворимость гидрокарбоната натрия в массовых процентах:

$$w = \frac{m(NaHCO_3)}{m(p-pa)} \cdot 100 = \frac{m(NaHCO_3)}{m(NaHCO_3) + m(H_2O)} \cdot 100 = \frac{4{,}8}{4{,}8 + 50} \cdot 100 = 8{,}8\%$$

Разбалловка

Осуществление эксперимента (оценивается только техника эксперимента, точность полученных результатов не должна влиять на оценку)	4 б.
Вычисление растворимости в г/100 г воды (только расчет, без учета правильности полученного результата)	3 б.
Вычисление растворимости в мас. % (только расчет, без учета правильности полученного результата)	3 б.
ИТОГО	10 б.

Решение задачи 9 класса

Чтобы определить какая соль выдана в качестве задачи необходимо рассмотреть возможные реакции с выданными реактивами. Для этого необходимо растворить небольшое количество выданной соли в дистиллированной воде, разделить полученный раствор на три части и по каплям добавить имеющиеся растворы реактивов – гидроксида натрия, хлорида бария и серной кислоты. Составим таблицу:

Реагент	**Наблюдаемый эффект**
NaOH	образуется голубой осадок, нерастворимый в избытке реактива
$BaCl_2$	образуется белый мелкокристаллический осадок
H_2SO_4	нет наблюдаемых эффектов

Образование голубого осадка при взаимодействии с гидроксидом натрия позволяет предположить, что задача представляет собой соль меди (II), то есть **Y** – медь. Образование белого осадка при взаимодействии с хлоридом бария свидетельствует о том, что анион соли – это сульфат. То есть задача представляет собой кристаллогидрат сульфата меди (II).

В качестве доказательства вычислим массовую долю меди в сульфате меди:

$$w(Cu) = \frac{A_r(Cu)}{M(CuSO_4)} = \frac{64}{64 + 32 + 4 \cdot 16} \cdot 100 = 40\%$$

Определим состав кристаллогидрата. Прияв, что кристаллогидрат имеет формулу $CuSO_4 \cdot xH_2O$, а потеря массы при прокаливании обусловлена удалением воды, вычислим x:

$$w(H_2O) = \frac{xM(H_2O)}{M(CuSO_4) + xM(H_2O)} \cdot 100 = \frac{1800x}{160 + 18x} = 36$$

$$1800x = 5760 + 648x$$

$$x = 5.$$

То есть вещество X – это пентагидрат сульфата меди $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.

Запишем возможные уравнения реакций:

$$CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4 \ (1)$$

$$CuSO_4 + BaCl_2 = CuCl_2 + BaSO_4\downarrow \ (2)$$

Разбалловка

Определение металла **Y** и безводной соли	4 б.
Определение состава кристаллогидрата **X**	2 б.
Написание уравнений реакций (1) и (2)	2х2 б. = 4 б.
ИТОГО	10 б.

Решение задачи 10 класса

Предположим, что **X** – это пероксид водорода (H_2O_2), представляющий собой бинарное соединение водорода и кислорода. Водный раствор пероксида водорода – распространенное дезинфицирующее средство.

В качестве доказательства вычислим массовую долю водорода в пероксиде водорода:

$$w(H) = \frac{2A_r(H)}{M(H_2O_2)} = \frac{2 \cdot 1}{2 \cdot 1 + 2 \cdot 16} \cdot 100 = 5{,}88\%$$

Рассмотрим взаимодействие пероксида водорода с перманганатом калия и иодидом калия в различных средах.

Пероксид водорода реагирует с перманганатом калия в кислой, нейтральной и щелочной среде:

в кислой среде наблюдается обесцвечивание раствора и выделение газа:

$$2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 = 5O_2\uparrow + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O \ (1);$$

в нейтральной среде – образование коричневого осадка и выделение газа:

$$2KMnO_4 + 3H_2O_2 = 3O_2\uparrow + 2MnO_2\downarrow + 2KOH + 2H_2O \ (2);$$

в щелочной среде – изменение окраски раствора на зеленую и выделение газа:

$$2KMnO_4 + H_2O_2 + 2NaOH = O_2\uparrow + 2H_2O + K_2MnO_4 + Na_2MnO_4 \ (3).$$

Пероксид водорода взаимодействует с иодидом калия только в кислой и нейтральной среде, в обоих случаях выделяет кислород и образуется молекулярный иод (раствор темнеет):

$$H_2O_2 + 2KI + H_2SO_4 = I_2 + K_2SO_4 + 2H_2O \ (4)$$

$$H_2O_2 + 2KI = 2KOH + I_2 \ (5).$$

Стоит отметить, что возможно взаимодействие гидроксида калия и иода запятая сопровождающееся обесцвечиванием раствора:

$$2KOH + I_2 = KI + KIO + H_2O.$$

Разбалловка

Определение **X**	3 б.
Описание визуальных эффектов при протекании реакций	2 б.
Написание уравнений реакций (1)–(5)	5х1 б. = 5 б.
ИТОГО	10 б.

Решение задачи 11 класса

Чтобы определить, какая соль выдана в качестве задачи, необходимо рассмотреть возможные реакции с выданными реактивами. Для этого необходимо растворить небольшое количество выданной соли в дистиллированной воде, разделить полученный раствор на четыре части и по каплям добавить имеющиеся растворы реактивов – гидроксида натрия, аммиака, хлорида бария и серной кислоты. Составим таблицу:

Реагент	Наблюдаемый эффект
NaOH	образуется белый осадок, растворимый в избытке реактива
$NH_3 \cdot H_2O$	образуется белый осадок, растворимый в избытке реактива
$BaCl_2$	образуется белый мелкокристаллический осадок
H_2SO_4	нет наблюдаемых эффектов

Образование белого осадка, который растворяется при действии избытка гидроксида натрия, свидетельствует о том, что соль образована катионом металла, обладающим амфотерными свойствами. Растворимость гидроксида металла в растворе аммиака свидетельствует об образовании амминокомплексов. Так как осадок гидроксида является белым, предположим, что металл – цинк.

Образование белого осадка при взаимодействии с хлоридом бария свидетельствует о том, что анион соли – это сульфат. То есть задача представляет собой кристаллогидрат сульфата цинка.

В качестве доказательства вычислим массовую долю цинка в сульфате цинка:

$$w(Zn) = \frac{A_r(Zn)}{M(ZnSO_4)} = \frac{65}{65 + 32 + 4 \cdot 16} \cdot 100 = 40{,}37\%$$

Определим состав кристаллогидрата. Приняв, что кристаллогидрат имеет формулу $ZnSO_4 \cdot xH_2O$, а потеря массы при прокаливании обусловлена удалением воды, вычислим x:

$$w(H_2O) = \frac{xM(H_2O)}{M(ZnSO_4) + xM(H_2O)} \cdot 100 = \frac{1800x}{161 + 18x} = 43{,}90$$

$$1800x = 7067{,}9 + 790{,}2x$$

$$x = 7.$$

То есть вещество X – это гептагидрат сульфата цинка $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$.

Запишем возможные уравнения реакций:

$$ZnSO_4 + 2NaOH = Zn(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4 \ (1)$$

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4] \ (2)$$

$$ZnSO_4 + NH_3 \cdot H_2O = Zn(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4 \ (3)$$

$Zn(OH)_2 + 4NH_3 \cdot H_2O = [Zn(NH_3)_4](OH)_2$ (4)

$ZnSO_4 + BaCl_2 = ZnCl_2 + BaSO_4\downarrow$ (5)

Разбалловка

Определение металла **Y** и безводной соли	3 б.
Определение состава кристаллогидрата **X**	2 б.
Написание уравнений реакций (1)–(5)	5х1 б. = 5 б.
ИТОГО	10 б.