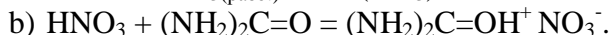
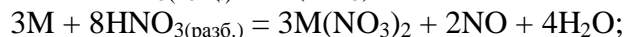
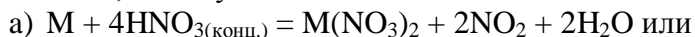


10 класс

1. Методика определения мольных долей Cu и Ni в монетном сплаве

1) Для приготовления анализируемого раствора монету необходимо растворить в азотной кислоте, затем удалить избыток азотной кислоты с помощью карбамида:



Полученный раствор количественно переносят в мерную колбу, разбавляют до метки.

2) Для **определения суммарной концентрации ионов меди и никеля** отберите с помощью пипетки аликвоту раствора в колбу для титрования, разбавьте ее водой. Добавьте аммиачный буфер (примерно 5 мл) до появления синей окраски, затем – индикатор мурексид на кончике шпателя. Бюретку промойте раствором трилона Б, затем заполните её этим раствором. При постоянном перемешивании добавляйте по каплям раствор трилона Б к пробе до перехода окраски из желтой или желто-зеленой в лиловую. Для проверки повторите эксперимент еще 2 раза – результаты должны сойтись в пределах 0,1 мл.

3) Для **определения концентрации ионов меди** отберите с помощью пипетки аликвоту раствора в колбу для титрования, разбавьте ее водой и добавьте 10-15 мл раствора иодида калия. Поставьте колбу в темное место (или оберните ее фольгой) на 5 минут. Бюретку промойте раствором тиосульфата натрия, затем заполните её этим раствором. При постоянном перемешивании добавляйте по каплям раствор тиосульфата натрия к пробе до постепенного исчезновения выделившегося иода. Вблизи точки эквивалентности добавьте 5 капель раствора крахмала и продолжите добавление раствора тиосульфата натрия до исчезновения синей окраски. Для проверки повторите эксперимент еще 2 раза – результаты должны сойтись в пределах 0,1 мл.

4) На основании полученных данных определите концентрации ионов меди и никеля в приготовленном растворе и мольные доли этих металлов в монетном сплаве.

2. Уравнения реакций, о которых идёт речь в задаче:

- 1) $M + 4HNO_{3(конц.)} = M(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$ или
 $3M + 8HNO_{3(разб.)} = 3M(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$
- 2) $HNO_3 + (NH_2)_2C=O = (NH_2)_2C=OH^+ NO_3^-$
- 3) $M^{2+} + H_2(C_{10}H_{12}O_8N_2)^{2-} = M(C_{10}H_{12}O_8N_2)^{2-} + 2H^+$
- 4) $2Cu(NO_3)_2 + 4KI = I_2 + 2CuI + 4KNO_3$
- 5) $I_2 + 2Na_2S_2O_3 = 2NaI + Na_2S_4O_6$

3. Далее приведены расчётные формулы.

1) Общее количество ионов меди и никеля в аликвоте:

$$n(M^{2+}) = c_{трБ} \cdot V_{трБ}$$

2) Количество ионов меди в аликвоте:

$$n(Cu^{2+}) = c_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3}$$

3) Соотношение количеств ионов металлов в аликвоте пропорционально соотношению их количеств в объеме мерной колбы, а также соотношению в исходной монете. Тогда мольные доли металлов можно выразить следующим образом:

$$\chi(Cu) = \frac{c_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3}}{c_{трБ} \cdot V_{трБ}} \cdot 100 \%$$

$$\chi(Ni) = 100 - \chi(Cu)$$

4. Восстановление иода, связанного в иод-крахмальный комплекс, протекает слишком медленно, что может привести к перетитрованности раствора. Поэтому крахмал следует добавлять только в конце титрования.

Рекомендации к оцениванию:

1. Методика количественного анализа, включая: 6 баллов
 - описание пробоподготовки (растворение в азотной кислоте, удаление избытка азотной кислоты с помощью карбамида) – 1 балл;
 - общая схема комплексометрического титрования (определение суммарного содержания металлов, прямое титрование, использование аммиачного буфера, титрант: трилон Б) – 2 балла;
 - общая схема иодометрического титрования (определение меди, титрование заместителя, добавление избытка раствора иодида калия, титрант: тиосульфат натрия) – 2 балла;
 - указание на изменение окраски индикаторов – по 0.5 балла.
2. Уравнения реакций (пункт №2) – по 1 баллу. 5 баллов
3. Расчетные формулы: 3 балла
 - суммарное количество ионов меди и никеля – 1 балл;
 - количество ионов меди – 1 балл;
 - мольные доли меди и никеля – по 0.5 балла.
4. Обоснование использования крахмала в конце титрования. 1 балл
5. Объемы титрантов с учетом ошибки: 10 баллов
 - < 3% - 5 баллов
 - 3 – 6% - 4 балла
 - 6 – 9% - 3 балла
 - 9 – 13% - 2 балла
 - 13 – 20% - 1 балл
 - > 20% - 0 баллов

- | | |
|--|---------|
| 6. Значения мольных долей металлов – по 1 баллу. | 2 балла |
| 7. Полное соблюдение техники безопасности. | 3 балла |
| • Каждое нарушение – минус 0.5 балла. | |

ИТОГО: 30 баллов