

Tallinna XVIII koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor

2017 / 2018 õ. a 11. detsembril 2017 kell 12.00 – 15.00

10-ый КЛАСС

Перед началом работы на титульном листе чистовика заполните таблицу по образцу:

10. klass		I	II	III	IV	Σ
Õpilase nimi						
Õpetaja nimi						
KOOL						

Можно пользоваться таблицей периодической системы химических элементов, таблицей растворимости солей и калькулятором.

1. (10)

За многие годы у ювелира накопилось большое количество порошкообразной смеси металлов.

Он использовал исключительно медь, железо, золото и алюминий.

Ювелир захотел разделить эти металлы для дальнейшего использования.

Два металла ювелир отделил физическими способами.

Остальные химическими методами.

В арсенале у ювелира были: водород, бромистоводородная кислота, концентрированная азотная кислота, раствор гидроксида натрия, серная кислота, источник постоянного тока, магнит и газовая горелка.

Предложите способы выделения чистых металлов из смеси, если считать гипотетически, что все манипуляции и химические реакции приводили к 100 процентному выделению веществ из смеси.

1. Напишите последовательность действий ювелира, которые гарантируют получение отдельно каждого металла от других металлов смеси. **(4)**
2. Напишите уравнения химических реакций, приводящих к выделению отдельно взятых металлов. **(6)**

2. (10)

Поглощение света (A) водными растворами пропорционально молярной концентрации (c) поглощающих частиц: $A = k_A c$. Электропроводность (B) разбавленных растворов пропорциональна их концентрации: $B = k_B c$. Падение температуры замерзания водных растворов в сравнении с чистой водой (ΔT) пропорциональна суммарной концентрации всех ионов, образующихся при диссоциации (Σc_{\pm}): $\Delta T = k_T \Sigma c_{\pm}$.

k_A , k_B и k_T – это коэффициенты пропорциональности.

NB! Считайте, что плотность разбавленного раствора $\sim 1,0$ г/см³.

a) Для приготовления трех растворов к 1,0 г каждой из солей $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ добавили по 99,0 г воды. Оцените при помощи расчетов в каком из полученных растворов поглощение света будет наиболее интенсивным. **(2,5)**

b) Для приготовления трех растворов к 1,0 г каждой из солей AgCl , KCl и NH_4Cl добавили по 99,0 г воды. Оцените при помощи расчетов у какого из полученных растворов будет самая высокая электропроводность, если значения k_B для соответствующих солей одинаковы. **(2,5)**

c) Для приготовления четырех растворов к 1,0 г RbCl , CaCl_2 , AlCl_3 и CCl_4 добавили по 99,0 г воды. Оцените при помощи расчетов у какого из полученных растворов наименьшая температура замерзания, если значение k_T зависит лишь от природы растворителя. **(5)**

3. (10)

Монеты достоинством 1, 2 и 5 евро - центов состоят из железной основы, покрытой тонким слоем меди.

Для определения содержания этих металлов в монете достоинством 1 цент ее растворили в разбавленной азотной кислоте, при этом образовались нитраты железа (III) и меди (II) соответственно.

Полученный раствор перенесли в мерную колбу и довели объем дистиллированной водой до 100,0 см³. Для определения общего количества железа (III) и меди (II) из мерной колбы взяли 5,000 см³ пробы, перенесли в колбу, добавили раствор иодида калия в избытке, при этом смесь растворов солей стала непрозрачной (*мутной*).

Колбу оставили на 5 минут в темноте и титровали 0,05000М раствором тиосульфата натрия, при этом израсходовалось 40,90 см³ раствора. В результате этой реакции образуются иодид и тетратионат натрия ($\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$). Титрование проводили в присутствии раствора крахмала.

Для второго титрования из мерной колбы отобрали пипеткой 25,00 см³ пробы, перенесли в колбу и добавили растворы *дифосфата натрия** и иодида калия в избытке. В результате реакции раствор стал *мутным*. Эту *мутную* смесь оставили на 5 минут в темноте. На титрование полученной *мутной* смеси израсходовалось 10,23 см³ 0,05000М раствора тиосульфата натрия. Титрование производили с добавлением раствора крахмала.

1. Напишите реакции образования нитратов железа (III) и меди (II) при растворении 1-центовой монеты. **(2)**
2. Напишите реакции взаимодействия растворов нитрата железа (III) и меди (II) с раствором иодида калия **(2)**, а также реакцию, происходящую в результате титрования выделившегося иода тиосульфатом натрия. **(1)**
3. Рассчитайте количества вещества железа (III) и меди (II) в мерной колбе. **(2)**
4. Рассчитайте массу 1-центовой монеты **(1)** и массовый процент железа и меди в ней. **(1)**
5. Зачем добавляют раствор крахмала? **(1)**

* Дифосфат натрия ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) образует с солями железа комплекс, который не реагирует с иодидом калия. Таким образом, в ходе второго титрования можно определить отдельно содержание меди в пробе.

4. (10)

Результатом эндотермического процесса под действием солнечного света в зеленых растениях, из веществ **X** и **Y** образуется вещество **A** (реакция **i.**). Вещество **A** является конечным продуктом гидролиза самого распространенного на Земле высокомолекулярного органического вещества **B** (реакция **ii.**). При кипячении раствора вещества **C** в присутствии некоторого количества серной кислоты можно приготовить искусственный мед (реакция **iii.**), который состоит из вещества **A** и его изомера **A*** в соотношении 1:1.

Эта самая старая каталитическая реакция, которая была открыта в 1806 году.

Вещество **D**, полученное при брожении вещества **A** (реакция **iv.**), считали в средневековье одним из лекарств (*aqua vitae*).

Характерной реакцией вещества **D** является (реакция **v.**), идущая с образованием вещества **E** ($M(E) = 60 \text{ g/mol}$) и вещества с молярной массой 18 g/mol .

В реакциях **vi** и **vii.** происходит полное окисление веществ **D** и **E**.

a. В древнем Риме посуду изготавливали из свинца. Некоторые ученые предполагают, что одним из факторов крушения древнего Рима является повальное отравление населения ионами свинца. В результате взаимодействия оксида свинца(II) с раствором вещества **E** (реакция **viii.**) образуется ядовитое вещество со сладким вкусом, имеющее тривиальное название *свинцовый сахар*.

b. Маринад, изготовленный с использованием вещества **E**, в алюминиевой кастрюле (реакция **ix.**) содержит ионы алюминия Al^{3+} . Предполагают, что ионы алюминия вызывают болезнь Альцгеймера, поэтому не советуют готовить пищу, имеющую кислый вкус, в алюминиевой посуде.

c. Для удаления накипи в кипятильнике используют раствор вещества **E** (реакция **x.**).

Составьте уравнения реакций: **i.**, **ii.**, **iii.**, **iv.**, **v.**, **vi.**, **vii.**, **viii.**, **ix.** и **x.** описанные в задаче, расставьте в них стехиометрические коэффициенты и назовите изомер **A*** вещества **A**. (10)