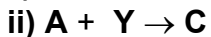
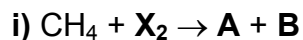


Открытые соревнования по химии

Старшая группа (11 и 12 кл.)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Кохтла-Ярве; 15 ноября 2003 г.

1. Каур хотел удивить учителя и написал на доске схему реакции между метаном и CO_2 , которая должна дать уксусную кислоту. Яспер сказал, что эта реакция возможна, но без дополнительных реагентов и этапов реакций не обойтись, и написал на доске один возможный вариант, где формулы некоторых веществ обозначены буквами:



Яспер добавил, что соль YX_2 является солью металла группы IIA и галогена, где металла 13%. В соединении **C** того же металла содержится 20%. После такой информации Каур, как и Вы, глубоко задумался.

a) Определить соединение YX_2 и реагенты X_2 и **Y** (ответы подтвердить расчетами). (2)

b) Написать формулы соединений **A**, **B**, **C** и **D**. (2)

c) Написать уравнения реакций **i** – **iv**). (4) **8 б**

2. Как соль **A** (278 г/моль), так и соль **B** (562 г/моль) обе состоят из четырех разных химических элементов. При умеренном нагревании масса 100,0 граммов соли **A** уменьшается на 45,3 граммов и масса 100,0 г соли **B** - на 28,8 граммов. От 100,0 граммов соли **A** при очень сильном нагревании остается 25,9 г твердого вещества **C** и от соли **B** - 28,5 г твердого вещества **D**. При умеренном нагревании от обеих солей отделяется вещество **E** и при сильном нагревании - вещество **F**. Раствор соли **B** можно получить из раствора соли **A** в кислой среде как с помощью раствора KMnO_4 , так и раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. При прибавлении раствора иодида калия в присутствии крахмала раствор соли **B** становится синим и образуется раствор соли **A**. Раствор соли **B** дает с раствором тиоцианата калия красную окраску. Растворы обеих солей дают с раствором соли **G** (34,1% хлора) белый осадок.

a) Доказать расчетами формулу соли **G**. (2)

b) Какие ионы содержатся в водных растворах солей **A** и **B**? Доказать это следующими реактивами: **i**) солью **G**, **ii**) тиоцианатом калия, **iii**) иодидом калия,

iv) KMnO_4 или $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Написать уравнения соответствующих ионных реакций. (3)

c) Доказать расчетами **i**) формулу вещества **E** и его количество; **ii**) формулу вещества **F**

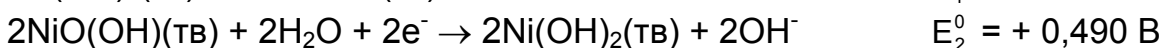
и его количество (в расчете на один моль обеих солей). (2)

d) Доказать расчетами **i**) формулу вещества **C** и его количество в соли **A**;

ii) формулу вещества **D** и его количество в соли **B**. (2)

e) Написать суммарное уравнение реакции разложения **i**) соли **A** и **ii**) соли **B** (указать названия солей и всех веществ, образовавшихся при нагревании). (2) **11 б**

3. Инструкция CD-проигрывателя UNITED советует использовать никелево-кадмиевый аккумулятор (Ni-CAD). Типичный Ni-CAD источник тока состоит из двух полуэлементов, стандартным потенциалам которых E_1^0 и E_2^0 соответствуют реакции (по IUPAC стандартный потенциал выражает процесс восстановления):



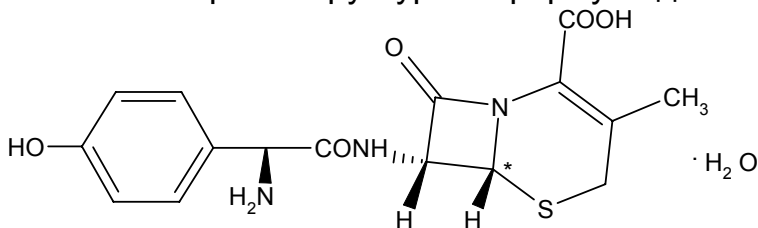
На аккумуляторе CD-проигрывателя указано: 1300 мА·час и стандартное время зарядки 14 часов при токе 130 мА.

a) Какую полярность (знак) имеют катод и анод **i**) при работе аккумулятора и **ii**) при зарядке аккумулятора? Написать уравнения процессов, проходящих с переходом электронов в полуэлементах. (4)

b) Найти ЭДС Ni-CAD аккумулятора. (1)

- c) Найти минимальную массу металлов i) Ni и ii) Cd, которая нужна для изготовления данного аккумулятора. $F = 96485 \text{ А} \cdot \text{с/моль}$ (4) 9 б

4. DURICEF - это антибиотик, действующее вещество которого - моногидрат цефадроксила (МГЦ) - препятствует синтезу оболочки бактериальной клетки и этим препятствует размножению бактерий. Структурная формула действующего вещества:



Больной принял таблетку, которая содержала 1,0 г МГЦ. Затем у пациента взяли анализ крови и установили, что концентрация МГЦ в плазме крови равна 28 мг/дм^3 .

- a) Найти брутто-формулу и молярную массу безводного действующего вещества. (3)
 b) Какие вещества образуются при гидролизе амидных связей данного соединения? Можно ли назвать продукты гидролиза аминокислотами? (3)
 c) По старшенству указать, является ли обозначенный звездочкой хиральный углерод в R- или S-конфигурации? (2)
 d) По результатам анализа крови найти концентрацию действующего вещества в крови (мг/дм^3) при условии, что весь поглощенный МГЦ содержится в плазме крови, составляющей примерно 55 объемных процента от всей крови. (2)
 e) Сколько процентов принятого с лекарством действующего вещества всосалось в кровь, если объем крови равен 5,0 литрам? (1) 11 б

б

5. I. 10 капель 39,4% раствора HCl ($36,5 \text{ г/моль}$) ($\rho = 1,195 \text{ г/см}^3$) разбавили до 100,0 миллилитров. Для титрования 20,0 мл полученного разбавленного раствора HCl израсходовали 12,7 мл 0,1015 M раствора NaOH.

- a) Рассчитать взятое для разбавления количество вещества HCl. (2)
 b) Найти объем одной капли 39,4% раствора HCl. (2)

II. К деминерализованной воде при 70°C [$K_w(70^\circ\text{C}) = 2,1 \cdot 10^{-13} \text{ M}^2$] прибавили 1 каплю 39,4% раствора HCl (дополнительные данные взять из I части). Значение pH полученного раствора должно равняться точно 6. Предположить, что при 70°C CO_2 полностью удален из раствора.

- a) i) Чему равен pH при 70°C чистой деминерализованной воды? ii) Обосновать, является эта вода кислой, нейтральной или щелочной. (3)
 b) Найти объем деминерализованной воды, прибавление к которому 1 капли кислоты дает среду, pH которой равен точно 6. (4) 11 б

6. Хлорид аммония разлагается при высоких температурах с образованием газообразных продуктов. При этом устанавливается некоторое равновесие между исходными веществами и продуктами. В закрытом сосуде давление газов над твердым NH_4Cl при 427°C равно 608 кПа и при 459°C - 1115 кПа.

- a) Написать уравнение реакции разложения хлорида аммония. (1)
 b) Рассчитать парциальные давления обоих газов при 427°C и 459°C . (2)
 c) Рассчитать значения константы равновесия K_p при данных температурах. (2)
 d) Рассчитать значение свободной энергии реакции ΔG при 427°C . (2)
 e) Рассчитать энтальпию и энтропию реакции при 427°C , предполагая, что между 400°C и 500°C эти величины не зависят от температуры. (3)

Формулы для расчета на один моль:

$$\Delta H = \Delta G + T \cdot \Delta S; \quad -\Delta G = RT \ln K; \quad \ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad 10^5 \text{ Па} = 1 \text{ бар} \quad \mathbf{10 \text{ б}}$$