

Tallinna XIX koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor

2018 / 2019 õ. a 10. detsembril 2018 kell 12.00 – 15.00

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)

Постоянный ток силой 500 мА при использовании инертных электродов, количественно проходил в течении t часов через раствор сульфата меди(II), который находился в не замкнутой емкости, изготовленной из инертного материала. В результате образовались раствор серной кислоты и два простых вещества.

Известно, что масса электролизера уменьшилась ровно на 0,3 грамма.

1. Напишите уравнение окислительно-восстановительных реакций, происходящих на катоде и аноде. (2)
2. Напишите суммарное уравнение реакции, проходящей в электролизере. (2)
3. Сколько часов длился электролиз? (3)
4. Вычислите количество серной кислоты, образовавшейся при электролизе. (1)
5. Рассчитайте на сколько граммов увеличилась масса катода. (2)

2. (10)

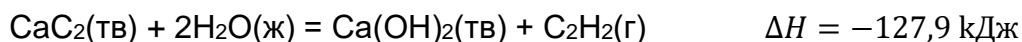
Воздух представляет собой смесь газов: 21 % O_2 , 78 % N_2 и 1 % Ar, а искусственная газовая смесь *INERGEN* содержит 52 % N_2 , 40 % Ar и 8% CO_2 (по объему). В большинстве случаев горение на воздухе веществ (восстановителей кислорода) возможно до тех пор, пока содержание кислорода в нем превышает 15 %. В случае пожара в помещении, *INERGEN* вытесняет часть воздуха, понижая содержание кислорода в конечной смеси газов до 12,5 %. *INERGEN* хранится в баллоне объёмом в 50 дм³ при комнатной температуре и под давлением 300 атм, при котором CO_2 является жидкостью.

- a. Рассчитайте парциальные давления (атм) N_2 и Ar в воздухе с постоянным составом газов при давлении в 1 атм. (1)
- b. Рассчитайте парциальные давления (атм) N_2 и Ar в баллоне с *INERGEN*. (2)
- c. Рассчитайте парциальные давления (атм) N_2 и Ar в смеси воздуха и *INERGEN* содержащей 12,5 % O_2 при давлении в 1 атм. (5)

d. Рассчитайте площадь пола (m^2) в помещении с высотой от пола до потолка равной 3 м для тушения пожара, в котором достаточно десяти баллонов с *INERGEN*. Считайте *INERGEN* смесью идеальных газов, которая *вытесняет* воздух из помещения при давлении 1 атм и комнатной температуре. (2)

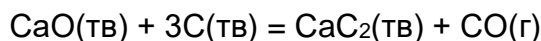
3. (10)

Карбидные или ацетиленовые лампы использовали широко для освещения шахт, зданий, а также на транспорте. В карбидных лампах карбид кальция реагирует с водой.



В ходе этой реакции образуется этин (ацетилен), при горении которого освобождается значительное количество энергии.

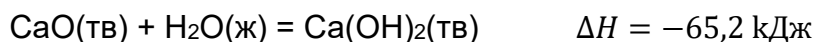
Карбид кальция получают из гашеной извести и кокса при температуре выше $2000^\circ C$.



1. Химическая реакция между карбида кальция и водой является экзотермической или эндотермической? Поясните свой ответ. (1)

2. Сколько выделяется или поглощается энергии при реакции карбида кальция с водой, если образуется точно 1 литр (н. у.) этина ? (1)

Чтобы ответить на следующие вопросы, используйте следующие данные:

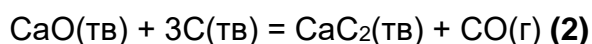


Формула в-ва	CaO (тв)	CaC ₂ (тв)	CO ₂ (г)
$\Delta H_f \left[\frac{kJ}{mol} \right]$	-635,1	-59,8	-393,5

3. Напишите уравнение такой реакции, тепловой эффект которой соответствует теплоте образования CO(г) и расставьте в нем стехиометрические коэффициенты. (1)

4. Вычислите теплоту образования CO(г) (1)

5. Ответьте на вопросы, связанные с реакцией получения карбида кальция



i) Вычислите тепловой эффект этой реакции.

ii) Является ли эта реакция экзотермической или эндотермической?

iii) Зарисуйте диаграмму энергии этой реакции.

6. Составьте уравнение реакции полного сгорания этина и расставьте в нем стехиометрические коэффициенты. (1)

7. Теплоте сгорания вещества соответствует теплота (энтальпия) такой химической реакции, в которой один моль соответствующего вещества сгорит полностью. Вычислите теплоту сгорания этина (кДж/моль). **(3)**

4. **(10)**

Алюминий производят при электролизе расплава оксида алюминия (*процесс Холл-Эру*) с выходом 90 %. Подходящей рудой для производства алюминия является боксит, содержащий 45-60 % оксида алюминия ($t_{пл} 2072 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

Боксит содержит примеси оксида железа (III), диоксида кремния и диоксида титана.

Сначала боксит обрабатывают 30-и процентным водным раствором гидроксида натрия, температура процесса 140-240 $^{\circ}\text{C}$ при повышенном давлении.

После фильтрования температуру раствора понижают, при этом осаждается гидроксид алюминия. Гидроксид алюминия прокачивают при температуре 1100 $^{\circ}\text{C}$ для получения чистого оксида алюминия (*процесс Байера*).

Для понижения температуры плавления оксида алюминия и повышения электропроводности расплавленной массы в электролизере, его растворяют в расплавленном криолите. Материалом для анода электролизера является графит.

1. Напишите уравнения химических реакций для следующих процессов:

- i) реакция боксита с раствором гидроксида натрия **(1)**
- ii) реакция диоксида кремния с раствором гидроксида натрия **(0,5)**
- iii) осаждение гидроксида алюминия из раствора алюмината **(0,5)**
- iv) превращение гидроксида алюминия в оксид алюминия **(0,5)**.

2. Что происходит с примесями в растворе гидроксида натрия? **(0,5)**

3. Почему используют высокое давление при растворении боксита в водном растворе гидроксида натрия три температуре 140-240 $^{\circ}\text{C}$? **(0,5)**

4. Напишите химическую формулу **(0,5)** и номенклатурное название криолита **(0,5)**.

5. Напишите уравнения катодного **(0,5)** и анодного **(0,5)** процессов, происходящих при электролизе оксида алюминия.

6. Напишите уравнения химических реакций взаимодействия графитового электрода, происходящих во время электролиза оксида алюминия? **(0,5)**

7. Почему производство алюминия является очень дорогим? Назовите две важные причины. **(1)**

8. Вычислите сколько тонн боксита (48 % Al_2O_3) необходимо для получения одной тонны чистого оксида алюминия при использовании процесса *Байера* с выходом 87%. **(1)**

9. Сколько тонн чистого Al_2O_3 нужно для производства одной тонны алюминия при использовании процесса *Холл-Эру*? **(1)**

10. Сколько тонн боксита необходимо для получения одной тонны алюминия? **(1)**