

ПРАКТИКУМ

По теме электрохимия.

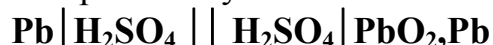
Примеры решения практических заданий.

Задание 1 Элемент свинцового (кислотного) аккумулятора состоит из двух свинцовых сеток, одна из которых заполнена губчатым свинцом (анод), а другая – оксидом свинца–IV (катод). Обе пластины погружены в раствор серной кислоты ($\omega = 35,71\%$, $\rho = 1,27$). Как записать схему такого элемента?

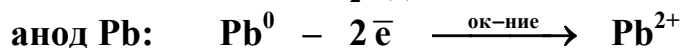
Какие процессы протекают при работе (разрядке) аккумулятора и при его зарядке от внешнего источника? Как записать эти процессы?

Решение:

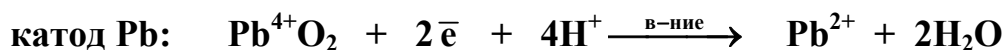
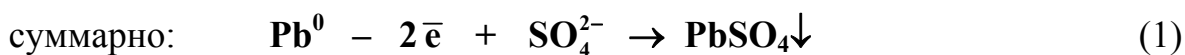
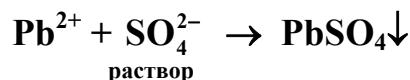
Схема гальванического элемента составляется так же, как и для медно–цинкового элемента (см. теоретическую часть по теме):



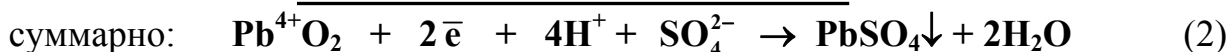
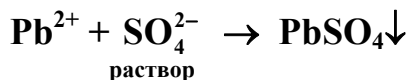
При разрядке на аноде происходит окисление Pb^0 до Pb^{2+} , на катоде происходит восстановление Pb^{4+}O_2 до Pb^{2+} . Так и запишем:



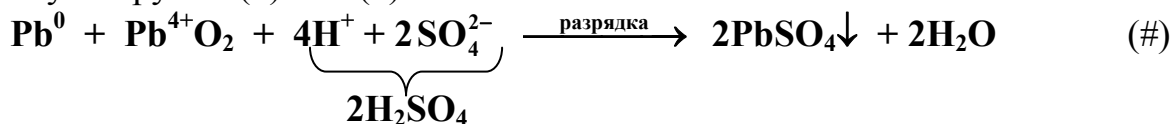
затем образующиеся ионы свинца соединяются в растворе кислоты с отрицательными сульфат–анионами:



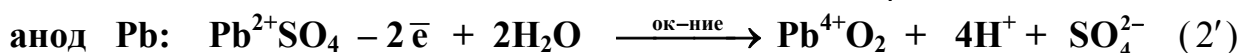
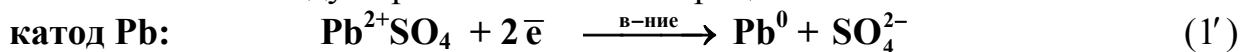
затем образующиеся ионы свинца также соединяются в растворе кислоты с отрицательными сульфат–анионами:



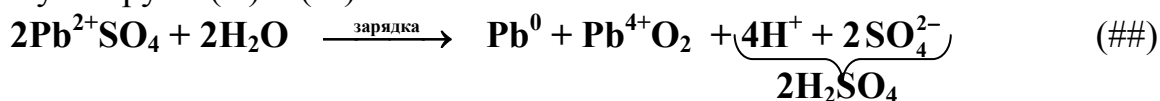
Суммируем (1) и (2):



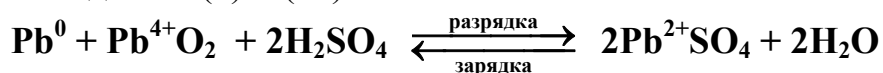
Догадаемся, что при зарядке аккумулятора от внешнего источника постоянного тока идут противоположные процессы:



Суммируем (1') и (2'):



Логично объединим (#) и (\#\#):



Образование почти нерастворимого сульфата PbSO_4 – причина нежелательного процесса сульфатации пластин.

Образование воды при разрядке приводит к разбавлению кислоты, плотность электролита уменьшается против нормального значения 1,27 г/мл – это признак необходимости зарядить аккумулятор (или проверить натяжение ремня генератора, или сам генератор в автомобиле).

Через некоторое время после начала зарядки аккумулятора электролит как бы закипает – аккумулятор заряжен полностью, начался электролиз воды.

Почему небезопасно заряжать свинцовый аккумулятор в закрытых неспециальных помещениях (в гараже, в комнате)? – из-за вероятности образования гремучей смеси из водорода и кислорода ($V_{\text{H}_2} : V_{\text{O}_2} = 2 : 1$) в результате разложения воды при электролизе: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ – это происходит при большом зарядном токе или при безнадзорной зарядке. Лучше заряжать аккумулятор минимальным током и не доводить электролит до «кипения».

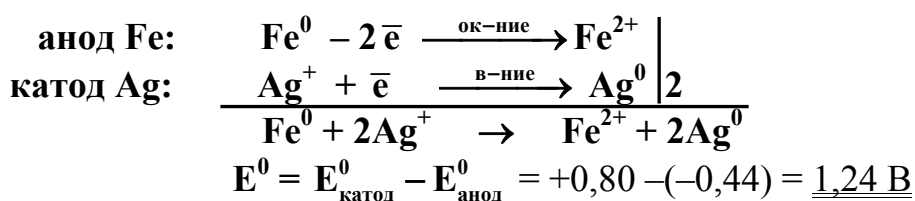
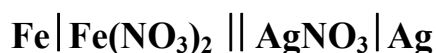
Задание 2. Разберите работу гальванического элемента, состоящего из серебряного и железного электродов, погружённых соответственно в растворы нитратов серебра и железа–II.

Составьте схему этого элемента, напишите анодную и катодную реакции, вычислите ЭДС элемента в стандартных условиях.

Решение:

Обратимся к ряду напряжений: $E^0_{\text{Fe}/\text{Fe}^{2+}} = -0,44 \text{ В}$, $E^0_{\text{Ag}/\text{Ag}^+} = +0,80 \text{ В}$.

Поэтому уверенно утверждаем, что анодом будет железный электрод, а катодом – серебряный электрод. Схема элемента:



Задание 3. Разберите работу гальванического элемента, состоящего из магниевых и свинцовых электродов, погружённых соответственно в растворы нитратов магния и свинца–II.

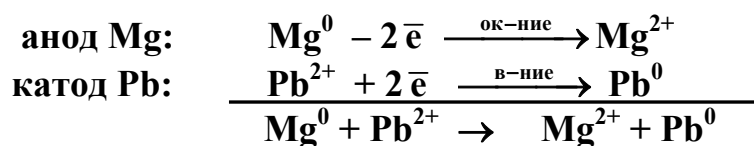
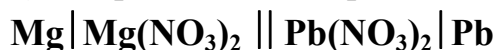
Составьте схему этого элемента, напишите анодную и катодную реакции, вычислите ЭДС элемента в стандартных условиях.

Решение:

Обратимся к ряду напряжений: $E^0_{\text{Mg}/\text{Mg}^{2+}} = -2,36 \text{ В}$, $E^0_{\text{Pb}/\text{Pb}^{2+}} = -0,13 \text{ В}$

Электрод с более отрицательным значением стандартного электродного потенциала в этом элементе будет анодом – магниевый электрод, а катодом –

свинцовый электрод (электрод с менее отрицательным значением E^0). Схема элемента:



$$E^0 = E_{\kappa}^0 - E_{\text{a}}^0 = -0,13 - (-2,36) = \underline{\underline{2,23 \text{ В}}}$$

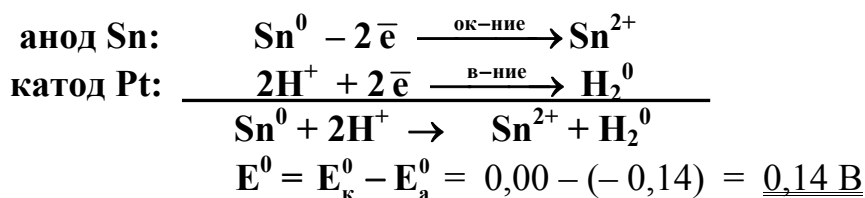
Задание 4. Разберите работу гальванического элемента, состоящего из стандартного водородного электрода и оловянного электрода, погружённого в раствор сульфата олова–II.

Составьте схему этого элемента, напишите анодную и катодную реакции, вычислите ЭДС элемента в стандартных условиях.

Решение:

Обратимся к ряду напряжений. Один из электродов этого элемента – водородный электрод, потенциал которого принимается равным нулю: $E_{\text{H}_2/2\text{H}^+}^0 = 0,00 \text{ В}$. Потенциал оловянного электрода: $E_{\text{Sn}/\text{Sn}^{2+}}^0 = -0,14 \text{ В}$. Электрод с более отрицательным значением E^0 будет анодом – оловянный электрод, а катодом – водородный электрод.

Схема элемента: $\text{Sn} | \text{SnSO}_4 || \text{H}_2\text{SO}_4 | \text{H}_2, \text{Pt}$



Примеры решения тестовых заданий:

1. В гальваническом элементе $\text{Ag}/\text{HNO}_3 || \text{Pb}/\text{HNO}_3$ на катоде происходит:

1. окисление серебра
2. восстановление ионов Ag^+
3. окисление свинца
4. восстановление ионов Pb^{2+}
5. восстановление ионов H^+

Решение:

Определим стандартные потенциалы металлов (из ряда напряжений металлов): $E_{\text{Ag}/\text{Ag}^+}^0 = 0,80 \text{ В}$, $E_{\text{Pb}/\text{Pb}^{2+}}^0 = -0,13 \text{ В}$

Электрод с более отрицательным значением E^0 будет анодом – свинцовый электрод, а катодом – серебряный электрод.

На катоде всегда идёт процесс восстановления ионов, находящихся в электролите – по условию HNO_3 (азотной кислоты).

В растворе HNO_3 диссоциирует на ионы H^+ и NO_3^- . Ни ионов серебра Ag^+ , ни ионов свинца Pb^{2+} в электролите нет, поэтому правильный ответ – пятый.

2. При использовании каких электродов ЭДС образуемого ими гальванического элемента в стандартных условиях будет максимальной?

1. никелевый
 2. железный
 3. ртутный
 4. платино–водородный
 5. хромовый
- ((35))

Решение:

Выпишем из ряда напряжений металлов, значения стандартных потенциалов металлов:

$$E_{\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}}^0 = -0,25 \text{ В}, E_{\text{Fe}/\text{Fe}^{2+}}^0 = -0,44 \text{ В}, E_{\text{Hg}/\text{Hg}^{2+}}^0 = 0,85 \text{ В}, E_{\text{H}_2/2\text{H}^+}^0 = 0,00 \text{ В},$$
$$E_{\text{Cr}/\text{Cr}^{2+}}^0 = -0,91 \text{ В}$$

Таким образом, самый большой потенциал – у ртутного электрода, самый маленький – у хромового.

При использовании именно этих электродов ЭДС образуемого ими гальванического элемента в стандартных условиях будет максимальной.

Правильные ответы – третий и пятый.

Задачи для самостоятельного решения

1. Разберите работу гальванического элемента, состоящего из:

- а) медного электрода, погружённого в раствор сульфата меди—II, и стандартного водородного электрода;
- б) золотого электрода, погружённого в раствор хлорида золота—III, и серебряного электрода, погружённого в раствор фторида серебра;
- в) стандартного водородного электрода и хромового электрода, погружённого в раствор сульфата хрома—III.

Составьте схему каждого элемента, напишите анодную и катодную реакции, вычислите ЭДС элемента в стандартных условиях.

2. В гальваническом элементе $\text{Pb}/\text{HNO}_3||\text{H}_2/\text{Pt}/\text{H}_2\text{SO}_4$ на катоде не происходит:

1. восстановление ионов Pt^{2+}
2. восстановление ионов Pb^{2+}
3. окисление свинца
4. окисление водорода
5. восстановление ионов H^+

3. При использовании каких электродов величина ЭДС образуемого ими гальванического элемента в стандартных условиях будет более 1 Вольта?

1. железный
2. цинковый
3. марганцевый
4. хромовый
5. титановый

4. В гальваническом элементе $\text{Pb}/\text{HNO}_3||\text{H}_2/\text{Pt}/\text{HNO}_3$ на аноде происходит

1. окисление платины
2. восстановление ионов Pt^{2+}
3. окисление свинца
4. окисление водорода
5. восстановление ионов H^+