TERMODINAMIKA DALAM SEL ELEKTROKIMIA

Diajukan sebagai salah satu tugas mata kuliah Fisika Umum II yang dibina oleh Bapak Alkahfi Maas Siregar, S.Si, M.Si.

D

I

S

U

S

U

N

Oleh:

NAMA : IKA NANDARI

NIM : 4132210005



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

JURUSAN KIMIA

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

2014

|  |
| --- |
|  |

1. KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahuwataala. Salawat dan salam kita kirimkan kirimkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad S.A.W., karena atas hidayahnya paper ini dapat terselesaikan. Paper ini penulis sampaikan kepada dosen pembina mata kuliah fisika umum II, Bapak Alkahfi Maas Siregar, Ssi, M.Si. Sebagai salah satu tugas F 4 dari mata kuliah tersebut sesuai dengan kontrak perkuliahan tersebut. Tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada Bapak yang telah berjasa mencurahkan ilmu kepada penulis dan teman-teman kami, selama mengajar fisika umum II.

Penulis memohon kepada Bapak dosen khususnya, umumnya para pembaca apabila terdapat kesalahan dan kekurangan dalam karya tulis ini, baik dari segi bahasanya maupun isinya, penulis mengharapkan kritik dan saran, agar karya tulis ini dapat menjadi lebih baik lagi.

Medan, April 2014

Penulis

1. DAFTAR ISI
2. KATA PENGANTAR 2
3. DAFTAR ISI 3

BAB I PENDAHULUAN 4

1. **LATAR BELAKANG** 4
2. **RUMUSAN MASALAH** 5
3. **TUJUAN PENULISAN** 5
4. **MANFAAT PENULISAN** 5

BAB II PEMBAHASAN 6 A. **Sel elektrokimia** 6

1. **Emf dan cara pengukurannya** 7
2. **Asal mula adanya potensial elektrode** 8
3. **Potensial kimia dalam sel galvanic** 10
4. **Senyawa asam asetat, asam sulfat, dan air** 11

BAB III PENUTUP 12 A. KESIMPULAN 12

1. SARAN 13

DAFTAR PUSTAKA 14

BAB I PENDAHULUAN

1. **LATAR BELAKANG MASALAH**

Reaksi sel kimia adalah reaksi kimia yang terjadi karena perubahan kimia menjadi energi listrik ataupun energi listrik menjadi kimia sering disebut dengan sel elektrokimia. Elektrokimia adalah ilmu yang mempelajari aspek elektronik dari reaksi kimia. Elemen yang digunakan dalam reaksi elektrokimia dikarakterisasikan dengan banyaknya elektron yang dimiliki. Elektrokimia secara umum terbagi dalam dua kelompok, yaitu sel galvanik dan sel elektrolisa.

(<http://www.scribd.com/doc/89940408/Elektrokimia-isi>)

Karena pada sel elektrokimia ini adanya perubahan kimia menjadi energi listrik. Energi listrik yang dimaksudkan disini dapat berasal dari baterai ataupun dari reaksi kimia itu sendiri yakni dapat menghasilkan panas atau kerja.

Panas atau kerja yang berasal dari reaksi kimia tersebut dalam fisika disebut dengan termodinamika. Dimana, termodinamika adalah ilmu fisika yang mempelajari efek pada tubuh material, dan pada radiasi di daerah ruang, dari transfer panas dan kerja yang dilakukan oleh badan atau radiasi.

Badan atau radiasi yang dimaksudkan disini adalah sistem yang berada dalam reaksi tersebut. Karena munculnya panas atu kerja dalam reaksi sel elektrokimia ini sehingga menimbulkan gejala kelistrikan, oleh karena itu muncul terjadinya perbedaan potensial dalam reaksi ini. Karena sel elektrokimia memiliki kemampuan untuk menghasilkan energi listrik, dalam hal ini kerja. Ini merupakan kajian dalam termodinamika.

Reaksi kimia yang terjadi dalam sel elektrokimia yang dimaksudkan merupakan sel volta dan sel elektrolisis. Yang menggunakan jembatan garam dalam berlangsungnya reaksi tersebut. Sehingga, terdapatnya perbedaan potensial diantara kedua elektrode yang dapat diukur menggunakan voltmeter. Selain itu juga digunakan larutan elektrolit agar reaksi dapat berlangsung. Oleh karena itu, disini saya berusaha untuk mengkaitkan hubungan antara “***termodinamika dalam sel elektrokimia***”.

1. **RUMUSAN MASALAH**
   1. Bagaimanakah keterkaitan antara termodinamika dengan sel elektrokimia.
   2. Mengapa terjadi perbedaan potensial diantara kedua elektrode.
   3. Apakah gunanya jembatan garam yang digunakan untuk menghubungkan antara kedua elektrode.
   4. Mengapa digunakan larutan elektrolit didalam lempeng kedua elektrode tersebut.
2. **TUJUAN PENULISAN**
3. Untuk mengetahui fenomena yang terjadi didalam suatu sel elektrokimia.
4. Mengetahui kajian termodinamika di dalam suatu sel elektrokimia.
5. Menjelaskan tentang cara pengukuran beda potensial didalam suatu sel elektrokimia.
6. **MANFAAT PENULISAN**
7. Menambah wawasan bagi pembaca khususnya penulis bahwa di dalam suatu sel elektrokimia terjadinya perbedaan potensial diantara kedua elektrode.
8. Menjelaskan kepada pembaca tentang termodinamika dalam sel elektrokimia.

BAB II PEMBAHASAN

1. **Sel elktrokimia**

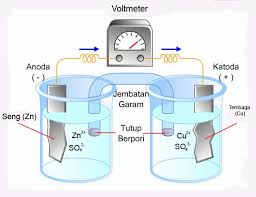
Elektrokimia adalah ilmu yang mempelajari aspek elektronik dari reaksi kimia. Elemen yang digunakan dalam reaksi elektrokimia dikarakterisasikan dengan banyaknya elektron yang dimiliki. Elektrokimia secara umum terbagi dalam dua kelompok, yaitu sel galvanik dan sel elektrolisa.

Sel elektrokimia, juga disebut sel volta atau sel galvani, adalah suatu alat dimana reaksi kimia terjadi dengan produksi suatu perbedaan potensial listrik antara dua elektroda. Jika kedua elektroda dihubungkan terhadap suatu sirkuit luar dihasilkan aliran arus, yang dapat mengakibatkan terjadinya kerja mekanik sehingga sel elektrokimia mengubah energi kimia ke dalam kerja.

(<http://www.scribd.com/doc/89940408/Elektrokimia-isi>)

Suatu sel elektrokima selalu terdiri atas elektroda dan elektrolit. Pada sel elektrokimia terjadi reaksi transfer elektron yang berlangsung pada permukaan logam yang dicelupkan dalam suatu larutan, berlangsung pada permukaan logam tersebut. Sehingga tidak mungkin terjadinya pergerakan elektron yang melalui larutan elektroda.

Interaksi antara senyawa-senyawa elektrolit dapat ditinjau dari sel elektrokimia. Untuk itu dapat disusun oleh suatu sistem dengan menggunakan 2 sistem logam-larutan yang dihubungkan satu sama lain dengan menggunakan jembatan garam (disebut sel galvanik).



Reaksi yang berlangsung diatas adalah:

Zn → Zn2+ + 2e-

Cu2+ + 2 e- → Cu

Reaksi keseluruhan:

Zn + Cu2+ → Zn2+ + Cu

Dalam bentuk notasi sel: Zn│Zn2+║Cu2+│Cu

Dari gambar tersebut, lempeng-lempeng logam yang berada dalam suatu larutan elektrolit dapat menghasilkan elektron-elektron yang mengalir antara lempeng logam satu dengan lempeng logam lainnya melalui jembatan garam. Yang bila diukur dengan menggunakan voltmeter akan mengasilkan beda potensial.

Jembatan garam yang mengandung ion-ion positif dan ion-ion negatif berfungsi untuk menetralkan muatan positif dan negatif dalam larutan elektrolit.

(<http://xa.yimg.com/kq/groups/21704042/1367846736/name/KI5245-2010-Elektrokimia-Lec01.pdf> )

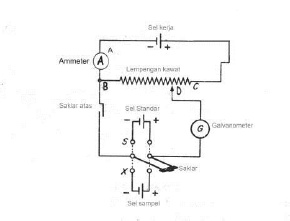
Dalam ilmu fisika, bila telah terjadinya suatu beda potensial menimbulkan timbulnya arus listrik diantara kedua elektrode. Yang berarti akan timbulnya listrik didalam suatu sel elektrokimia tersebut. Arus listrik yang timbul dalam suatu sel elktrokimia dapat dicontohkan pada baterai (sel kering) yang bila dihubungkan dengan suatu penghantar ( kabel) akan menimbulkan kerja. Dari gambar diatas terdapat voltmeter untuk mengukur beda potensial. Dalam sel elektrokimia pengukuran daya elektromotif (Electromotic Force = EMF) merupakan cara mengukur beda potensial pada sel elektrokimia.

1. **EMF dan pengukurannya**

Sel seperti sel daniell, dapat dibuat reversibel dengan cara mengimbangi potensialnya dengan suatu potensial eksternal sehingga tidak ada aliran arus. Saat potensial listrik benar-benar berimbang, sel tersebut bereaksi reversibel dan potensialnya dirujuk sebagai elektrokimia force (EMF). Hal ini bisa dilakukan dengan menggunakan suatu potensiometer.

Pengukuran emf

Emf dari suatu sel dapat diukur dengan menggunakan potensimeter. Emf sel galvani dapat diukur secara akurat dengan menggunakan potensiometer. Rangkaian potensiometer dapat dilihat pada gambar dibawah.



Rangkaian potensimeter

Karena emf merupakan beda potensial saat sel tersebut bereaksi reversibel dan reaksi reversibel dapat dicapai saat arus yang lewat sama dengan nol, maka arus listrik yang keluar dari sel harus diimbangi oleh arus dari sel kerja yang mempunyai emf yang lebih besar dari emf sel yang akan diukur. Jadi kutub harus dipasang berlawanan dengan kutub-kutub lstrik dari luar seperti yang terlihat pada gambar.

Sel kerja dihubungkan dengan kawat yang homogen (BC) yang mempunyai tahanan tinggi, sel yang akan diukur, Sx dihubungkan dengan B dan galvanometer menunjukkan tak ada arus yang mengalir, misal di titik D. Pada titik ini, potensial dari sel kerja sepanjang BD diimbangi dengan tepat oleh emf dari sel X, Ex . dengan mengetahui kuat arus yang mengalir ( diukur dengan ammeter di titik A).

(<http://www.scribd.com/doc/111301693/makalah-elektrokimia> )

Pada keadaan ini ada tiga jenis interaksi yang dapat terjadi antara atom logam elektrode dan ion logam larutan:

1. Ion logam M dapat menabrak elektrode tanpa suatu perubahan.
2. Ion logam menabrak elektrode, mendapatkan elektron sebanyak n dan diubah menjadi atom logam M, maka ion direduksi.
3. Atom logam M elektrode dapat kehilangan elektron sebanyak n dan memasuki larutan sebagai ion M. Maka, atom logam tersebut dioksidasi.



1. **Asal mula adanya potensial elektroda**

Bila sebuah logam dicelupkan kedalam larutan elektrolit, maka akan terbentuk beda potensial antara permukaan metal dengan logam tersebut(lihat gambar diatas). Beda potensial akan terbentuk bila dua logam yang berbeda saling dihubungkan. Hal ini diakibatkan karena akan terjadi perbedaan tingkat energi fermi dari masing-masing logam. Selain itu, juga menimbulkan ketidakseimbangan elektron pada permukaan logam ini yang mengakibatkan timbulnya beda potensial antara logam dengan larutan.

Dalam elektrolisis setengah sel terdiri dari elektrode logam M yang terendam dalam larutan ionnya. Jumlah keseluruhan elektron pada elektrode sebelum dan sesudah kesetimbangan tercapai akan sedikit berbeda. Akibatnya elektrode akan mendapatkan sedikit muatan listrik sedangkan larutannya mempunyai muatan yang berlawanan. Besarnya muatan pada elektrode, bila berada dalam kesetimbangan ionnya dalam larutan, ternyata berhubungan langsung dengan kecenderungan atom logam untuk teroksidasi atau ion logam untuk tereduksi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin kuat kecendrungan oksidasi maka semakin negatif muatan pada elektrode atau semakin kuat kecenderungan reduksi maka, semakin positif muatan pada elektrode.

(<http://xa.yimg.com/kq/groups/21704042/1367846736/name/KI5245-2010-Elektrokimia-Lec01.pdf> )

Dalam hal ini juga terkait dengan potensial listrik. Dimana potensial listrik merupakan kuantitas kerja yang berkaitan dengan satu unit dasar muatan listrik. Dalam proses ini, umumnya muatan yang digunakan misalnya elektron. Dari suatu jarak tak terbatas ke suatu titik tertentu. Jadi, kuantitas kerja yang dibutuhkan untuk mendorong elektron ( suatu partikel bermuatan negatif) di atas permukaan elektrode yang bermuatan negatif akan semakin besar, bila rapatan muatan negatif dipermukaan elektrode tersebut makin besar.

Dalam beberapa hal potensial listrik didefinisikan sebagai kuantitas kerja yang berkaitan untuk membawa satu unit dasar muatan listrik.(dalam hal ini yang dimaksudkan elektron pada sel elektrokimia) dari suatu jarak tak terbatas ke suatu titik tertentu. Jadi, kuantitas kerja yang dibutuhkan untuk mendorong elektron (suatu partikel bermuatan negatif) diatas permukaan elektrode yang bermuatan negatif akan semakin besar, bila rapatan muatan negatif dipermukaan elektrode tersebut makin besar.

Untuk menentukan interaksi antara elektroda dapat menggunakan metode percobaan langsung yang memberikan hasil yang sangat cermat, yaitu berdasarkan penentuan percobaan potensial antara dua elektrode. Bila dibuat suatu hubungan listrik antara dua daerah yang mempunyai rapatan muatan yang lebih tinggi atau potensial listrik yang lebih tinggi menuju daerah dengan muatan rapatan potensial listrik lebih rendah. Aliran muatan ini disebut aliran listrik, bila antara dua titik perbedaan potensialnya makin besar, maka makin besar pula alirannya. Perbedaan potensial listrik kecil cukup untuk menghasilkan aliran listrik.

Karena perbedaan potensial ini merupakan “daya dorong” elektron, maka sering kali disebut daya elektromotif (electromotive force = emf) sel atau potensial sel (cell potential). Satuan yang digunakan untuk mengukur potensial listrik adalah volt, jadi potensial disebut juga voltase cell (cell voltage). Aliran satu coulomb muatan listrik yang disebabkan perbedaan sebesar 1 volt akan menghasilkan kuantitas kerja sebesar 1 Joule.

Harga Electromotive Force (EMF) atau daya elektromotif suatu sel elektrokimia dapat diukur dengan kecepatan yang tinggi apabila penentuannya dilakukan dengan cara tertentu. Perbedaan potensial yang diukur antara anode dan katode tergantung pada kuantitas muatan listrik yang mengalir di antara keduanya, dengan demikian tergantung arus listrik yang berasal dari sel. Sejumlah emf sel digunakan untuk mengatasi tahanan listrik intern sel, dan karena arus berasal dari sel maka terjadilah perubahan konsentrasi spesies dalam bagian setengah sel. Perubahan konsentrasi ini menyebabkan potensial elektroda berubah, yang berkaitan dengan menurunnya perbedaan potensial.

Peralatan yang paling sederhana untuk mengukur perbedaan potensial listrik adalah voltmeter biasa, tetapi harus ada arus listrik yang cukup agar voltmeter dapat mencatat suatu harga. Voltmeter tidak akan memberikan harga emf sel dengan ketepatan tinggi. Pada alat yang dikenal sebagai potensiometer maka aliran arus listrik dari sel elektrokimia yang diamati akan melawan arus yang sama besar yang mengalir dengan arah yang berlawanan dan berasal dari sel elektrokimia lainnya dengan emf yang diketahui.

1. **Potensial Kimia dalam Sel Galvanic**

Pengukuran emf dalam sel galvanic adalah perbedaan potensial listrik antara dua elektrode, yang dilambangkan dengan persamaan

(ΔV = V2 – V1). Persaman ini menunjukkan hubungan antara perbedaan sifat-sifat dari komponen yang ada dalam sel. Hai ini menunjukkan kecenderungan menangkap elektron yang diukur berdasarkan , energi bebas molal parsial atau potensial kimia. Ketika aliran listrik dibuat diantara dua batang logam yang berbeda dan elektron akan mengalir secara spontan sampai kecenderungan elektron bergerak diantara kedua batang tersebut sama. Sebagai contoh ketika elektroda Zn dicelupkan dalam larutan elektrolit, ion Zn akan dihasilkan atau mengendap pada elektroda sampai kecenderungan ion Zn akan sama dalam larutan maupun dalam elektroda sampai kecenderungan bagian kecenderungan ion Zn akan sama dalam larutan maupun dalam elektroda, yang dapat dituliskan dalam persamaan dimana adalah tetap pada tekanan dan temperatur tertentu. Kemudian dalam larutan (dalam larutan) = (dalam logam) = ½ [ µZn - (dalam larutan)]

(Lewis dan Randall,1961)

Pada bagian lain Lewis dan Randall (1961) dalam reaksi:

½ H2 (g) + AgCl(s) ═ Ag(s) + H+(ag) + Cl-(ag)

Pengukuran emf dari ɛsel menunjukkan perbedaan potensial listrik diantara dua elektroda yang dapat ditulis sebagai ɛ = V2 – V1

1. **Senyawa asam asetat, asam sulfat, dan air**

Asam asetat (CH3COOH) merupakan asam karboksilat dan termasuk dalam asam lemah dalam larutan air karena asam asetat dalam air terurai sebagian menjadi ion-ionnya. Dalam hal ini perilaku asam asetat dalam air juga berlangsung dalam metanol, karena kedua senyawa ini memiliki beberapa persamaan. Asam sulfat (H2SO4) termasuk asam kuat yang didalam air terurai sempurna menjadi ion-ionnya.

Untuk senyawa air (H-O-H), atom O yang memiliki enam elektron terluar menggunakan dua elektronnya masing-masing berkaitan dengan atom karbon dan atom hidrogen sedangkan sisanya sebanyak dua pasang sebagai pasangan elektron bebas. Karena ada perbedaan keelektronegatifan yang cukup besar antara atom O dengan H maka awan elektron tertarik ke arah atom O. Dengan demikian atom O relatif lebih bermuatan negatif dibanding atom H atau biasa ditulis: H→Oδ-←Hδ+. Karena sifatnya ini maka molekul air bisa mengalami antaraksi baik dengan molekul sejenis maupun dengan beberapa jenis molekul lainnya dengan ikatan hidrogen.

(AW Nugraha, 2000)

BAB III PENUTUP

1. KESIMPULAN
2. Keterkaitan antara termodinamika dengan sel elektrokimia, dapat dilihat ketika suatu larutan yang dicelupkan dengan dua buah elektrode yang dihubungkan dengan jembatan garam, dan kedua elektrode itu diukur besar beda potensial diantara kedua elektrode tersebut dengan menggunakan voltmeter ataupun daya elektromotif (emf). Karena, potensial listrik membawa muatan-muatan listrik sehingga menimbulkan kerja yakni berupa beda potensial diantara kedua elektrode
3. Perbedaan potensial diantara kedua elektrode terbentuk bila dua logam yang berbeda saling dihubungkan. Hal ini diakibatkan karena akan terjadi perbedaan tingkat energi fermi dari masing-masing logam tersebut. Sehingga ketidakseimbangan elektron pada permukaan logam tersebut, menimbulkan perbedaan potensial antara logam terhadap larutan.

(<http://xa.yimg.com/kq/groups/21704042/1367846736/name/KI5245-2010-Elektrokimia-Lec01.pdf> )

1. Pengaruh jembatan garam yang digunakan untuk menghubungkan kedua elektrode, berfungsi untuk menetralkan muatan positif dan negatif dalam larutan elektrolit.
2. Larutan elektrolit digunakan untuk mengukur beda potensial diantara kedua elektrode karena larutan elektrolit terionisasi sempurna, sehingga elektrode yang dicelupkan dalam larutan elektrolit tersebut dapat bereaksi sempurna.
3. SARAN

Dengan adanya paper sederhana ini, penulis mengharapkan agar pembaca dapat memahami pembaca. Penulis menerima saran dan kritik dari pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

Lewis, G.N. dan Randall.M.,1961, *Thermodynamics, second edition*, Mc Graw Hill Book Company, Inc

Nugraha, AW, 2000, Kajian Termodinamika pembentukan kompleks molekuler asetonitril-methanol melalui pengukuran tekanan uap, Seminar Nasional Kimia Fisika 26 Pebruari 2000, UGM Yogyakarta

<http://www.scribd.com/doc/111301693/makalah-elektrokimia> diakses 13 april 2014

<http://www.scribd.com/doc/89940408/Elektrokimia-isi> diakses 13 april 2014

<http://xa.yimg.com/kq/groups/21704042/1367846736/name/KI5245-2010-Elektrokimia-Lec01.pdf> Diakses 14 april 2014