

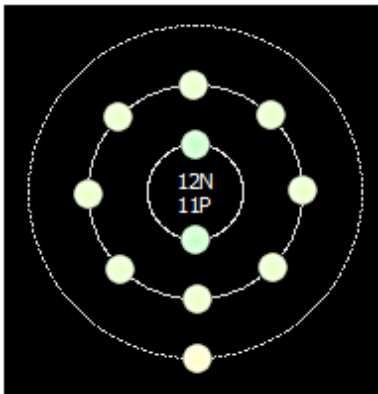
Metallien Kemia

25 Metallien ominaisuudet ja rakenne

Metallit ovat käyttökelpoisia materiaaleja. Niiden ominaisuudet johtuvat metallin rakennetta koossa pitävästä **metallisidoksesta**. Metalleja käytetään mm. erilaisissa koneissa, rakennuksissa, työkaluissa sekä koruissa. Erilaisia käyttötarkoituksia varten on kehitelty erilaisia **metalliseoksia**, joilla on haluttuja ominaisuuksia. Ihmiselle ja ympäristölle vaarallisia metalleja kutsutaan **raskasmetalleiksi**.

Metallien elektronirakenne

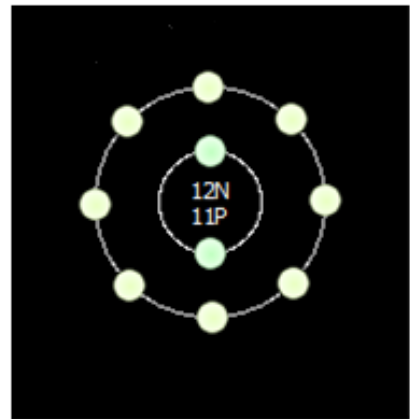
- Useilla metalleilla on uloimmalla elektronikuorellaan 1-3 elektronia
- Kun metallit reagoivat muiden aineiden kanssa, ne luovuttavat uloimmat elektroninsa ja muodostavat positiivisia ioneja



Na

Natrium

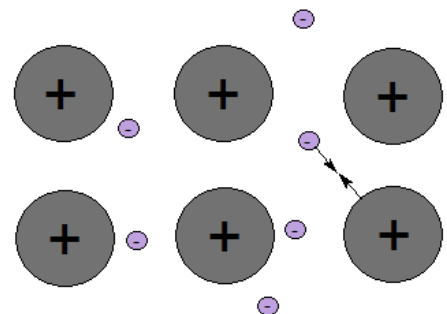
- Ytimessä 11 protonia
- Elektroniverhossa 11 elektronia
- 1 ulkoelektroni
- Luovuttaa helposti uloimman elektroninsa ja muodostaa natriumionin Na^+



Na^+

Metallin rakenne ja metallisidos

Kiinteässä olomuodossa metalliatomit ovat pakkautuneet yhteen säännöllisesti ja tiiviisti. Metalliatomit ovat luovuttaneet uloimmat elektroninsa yhteiskäyttöön. Muodostuneiden positiivisten metalli-ionien ja elektronien välillä on **sähköinen vetovoima, jota kutsutaan metallisidokseksi**.



Metallien ominaisuudet



Tiheitä
ja
kiiltäviä



Sitkeitä



Hyviä
lämmön-
johteita



Muokattavia



Hyviä
sähkönjohteita

Metalliseoksia



Messinki koostuu
kuparista ja sinkistä



Ruostumaton teräs
koostuu raudasta
ja kromista



Pronssi koostuu
kuparista ja tinasta

26

Metallien sähkökemiallinen jännitesarja

Metallit voidaan jaotella **jaloihin** ja **epäjaloihin** metalleihin. Jalot metallit eivät reagoi happojen vesiliuosten kanssa vetykaasua muodostaen, kun taas epäjalot reagoivat. Epäjalot metallit luovuttavat elektroneja helpommin kuin jalot. Mitä epäjalampi metalli on, sitä helpommin se luovuttaa elektroneja. Jännitesarjassa metallit on järjestetty epäjaloimmasta jaloimpaan. Laboratoriossa jaloutta voidaan arvioida tarkastelemalla kuinka paljon vetykaasua syntyy metallin reaktiossa esimerkiksi suolahapon kanssa.

Metallien luokittelu

- Jalot metallit **eivät reagoi** happojen vesiliuosten kanssa vetykaasua H_2 muodostaen
- Epäjalot metallit **reagoivat** happojen vesiliuosten kanssa vetykaasua H_2 muodostaen

Hapettuminen ja pelkistyminen

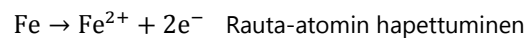
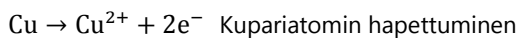
- Aine **hapettuu** kun sen atomit/ionit **luovuttavat** elektroneja
- Aine **pelkistyy** kun sen atomit/ionit **vastaanottavat** elektroneja



Hapettuminen ja pelkistyminen tapahtuvat aina yhtä aikaa. Tällöin kyseessä on **hapettumis-pelkistymisreaktio**.

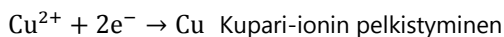
Reaktioyhtälöt kun metalliatomi hapettuu

Reaktionuolen oikealle puolelle merkitään syntyvä ioni ja luovutetut elektronit.

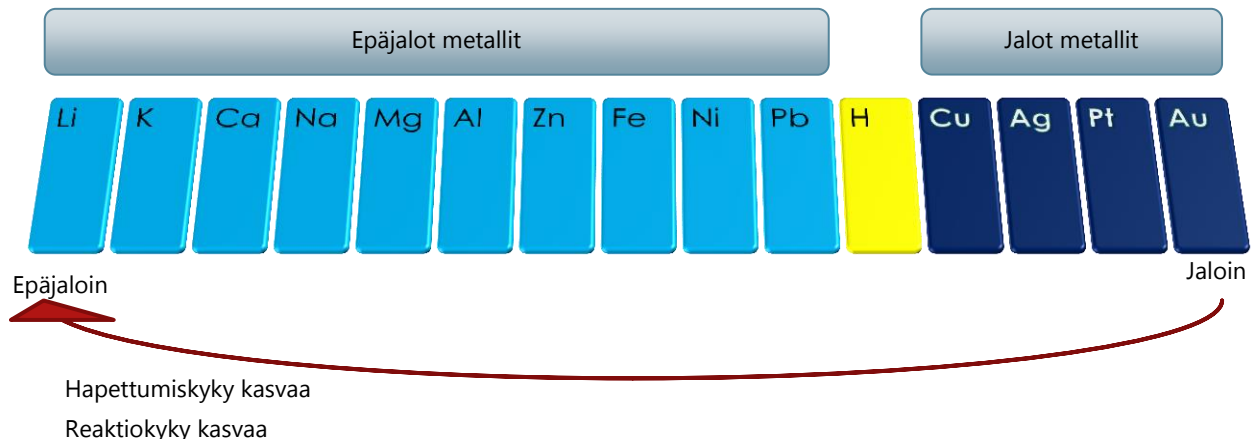


Reaktioyhtälöt kun metalli-ioni pelkistyy

Reaktionuolen vasemmalle puolelle merkitään metalli-ioni ja elektronit jotka se ottaa vastaan.



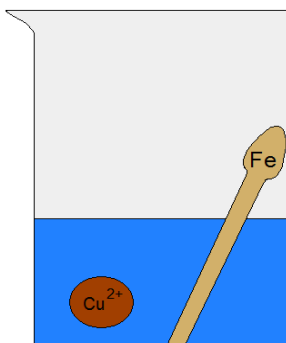
Sähkökemiallinen jännitesarja



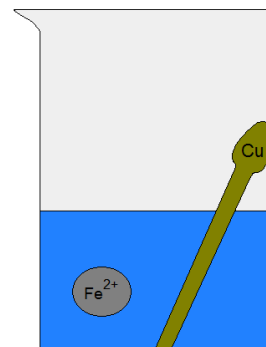
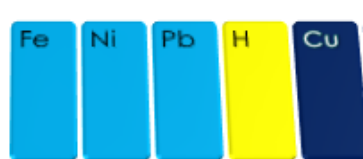
- Vedyn H vasemmalla puolella ovat epäjalot metallit
- Vedyn H oikealla puolella ovat jalot metallit
- Litium (Li) on kaikista epäjaloin metalli tässä jännitesarjassa
- Mitä epäjalompi metalli on, sitä helpommin se luovuttaa elektroneja eli hapettuu

Metallien reaktiot toistensa kanssa

Metallien välillä tapahtuu kemiallinen reaktio, kun **jalomman metallin ionit** reagoivat **epäjalomman metallin atomien** kanssa. Käytännössä tämä tapahtuu, jos vesiliuoksessa on jalomman metallin ioneja ja sekaan laitetaan esimerkiksi epäjalommasta metallista valmistettu esine.



Jalompi metalli Cu ioneina. Tapahtuu reaktio
 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$



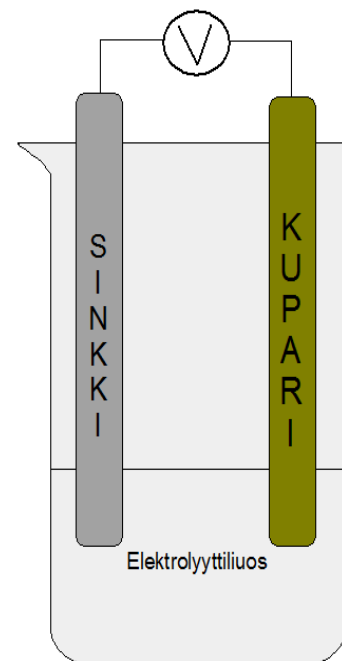
Jalompi metalli Cu on atomeina eikä luovuta elektroneja rautaionille. Ei tapahdu reaktiota.

27 Sähkökemiallinen pari saa aikaan jännitteen

Paristot ja akut ovat **jännitelähteitä** joiden avulla saadaan aikaiseksi **sähkövirta**. Haluttu **jännite** saadaan muodostumaan hapettumis-pelkistymisreaktioiden avulla. Kahden eri metallin välille syntyy jännite, kun metallit reagoivat keskenään sähköä johtavassa **elektrolyyttiliuoksessa**. Kun metallit yhdistetään johtimella toisiinsa, jännite synnyttää sähkövirran johtimeen. Sähkövirta johtimissa on elektronien liikettä. Sähkövirran avulla saadaan vaikkapa lamppu palamaan.

Sähkökemiallisen parin komponentit

1. Keitinlasissa oleva **elektrolyyttiliuos**
 - Johtaa sähköä
 - Esimerkiksi suolojen ja happojen vesiliuokset
2. **Kaksi eri metalleista** valmistettua sauvaa
3. Johdin metallien välille
4. Kuvassa on lisäksi jännitemittari jolla voidaan mitata syntyvä jännite



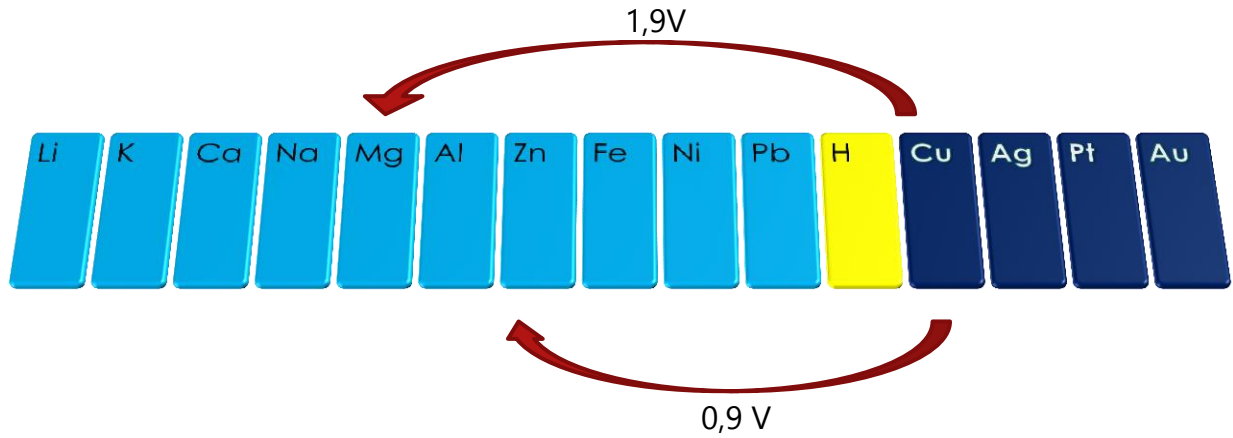
Sähkökemiallisen parin toimintaperiaate

Kemiallinen energia muuttuu sähköenergiaksi hapettumis-pelkistymisreaktion avulla.

1. Metallien välillä on jännite
 - Epäjalompi metalli on negatiivinen kohtio (miinusnapa)
 - i. Epäjalompi metalli hapettuu ja syntyvät ionit liuke-nevat nesteeseen. Elektronit jäävät sauvan pinnalle
 - Jalompi metalli on positiivinen kohtio (plusnapa)
2. Kun virtapiiri suljetaan, varausero pyrkii tasoittumaan
 - Elektroneja alkaa virrata negatiiviselta kohtiolta kohti positiivista kohtiota.

Metallien valinta

Mitä kauempana metallit ovat toisistaan jännitesarjassa, sitä suurempi jännite saadaan.



Sähkökemiallisen parin sovellus

Paristo on sovellus sähkökemiallisesta parista. Se on niin kutsuttu **kuivapari**. Tämä tarkoittaa sitä, että elektrolyyttiliuos on imeytetty johonkin toiseen aineeseen jotta se ei läikkyisi. Normaalisissa 1,5 Voltin paristoissa metalleina käytetään mangaania ja sinkkiä.



28

Elektrolyysi

Auton akun lataamiseen **tarvitaan sähkövirtaa**. Se on esimerkki ilmiöstä, jossa sähkövirta aiheuttaa kemiallisia reaktioita. Tätä ilmiötä kutsutaan **elektrolyysiksi**. Tapahtuvat reaktiot ovat hapettumis-pelkistymisreaktioita. Elektrolyysiä voidaan käyttää hyödyksi metallien pinnoittamisessa, metallien puhdistamisessa sekä alkuaineiden valmistuksessa.

Elektrolyysissä tarvittava laitteisto

1. Tasajännitelähde
 - Esimerkiksi paristo
2. Kaksi sähköä johtavaa sauvaa
 - Esimerkiksi hiilisauvat
3. Kaksi johdinta jotka kytketään sauvoista paristoon
4. Keitinlasissa oleva elektrolyyttiliuos

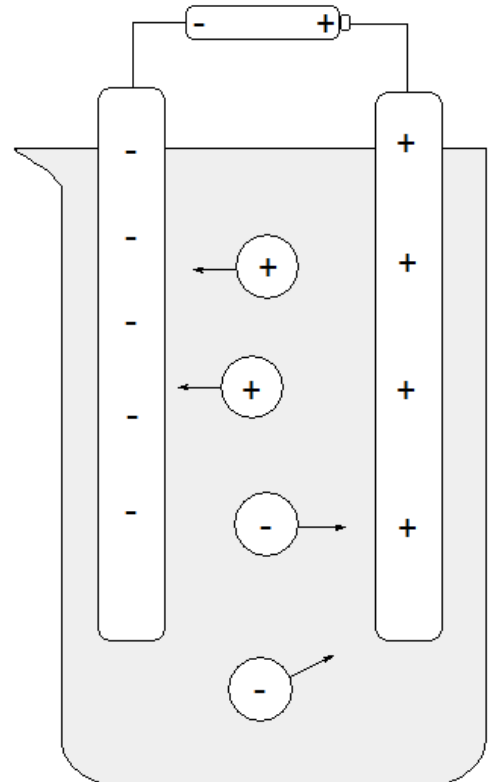
Elektrolyysin idea

Sähkövirta aiheuttaa kemiallisia reaktioita. Elektrolyysissä sähkövirran avulla pakotetaan tapahtumaan hapettumis-pelkistymisreaktio.

Mitä elektrolyysissä tapahtuu?

Elektrolyyttiliuoksessa on sekä positiivisia että negatiivisia ioneja.

- Negatiiviset ionit kulkeutuvat positiiviselle sauvalle ja luovuttavat ylimääräiset elektroninsa eli hapettuvat.
- Positiiviset ionit kulkeutuvat negatiiviselle sauvalle ja vastaanottavat elektroneja eli pelkistyvät



Miten elektrolyysin ilmiöt voidaan havaita paljain silmin?

1. Jos elektrolyytti sisältää vaikkapa positiivisia kupari-ioneja Cu^{2+} , kulkeutuvat ne **negatiiviselle saualle** ja pelkistyvät. Tällöin negatiivisen **sauvan pinnalle alkaa muodostua kuparikerros**.
2. Jos elektrolyyttiliuoksessa on vaikkapa negatiivisia kloridi-ioneja Cl^- , kulkeutuvat ne **positiiviselle saualle** ja hapettuvat. Tällöin positiivisella **sauvalla syntyy kloorikaasua Cl_2**

Elektrolyysin hyödyntäminen

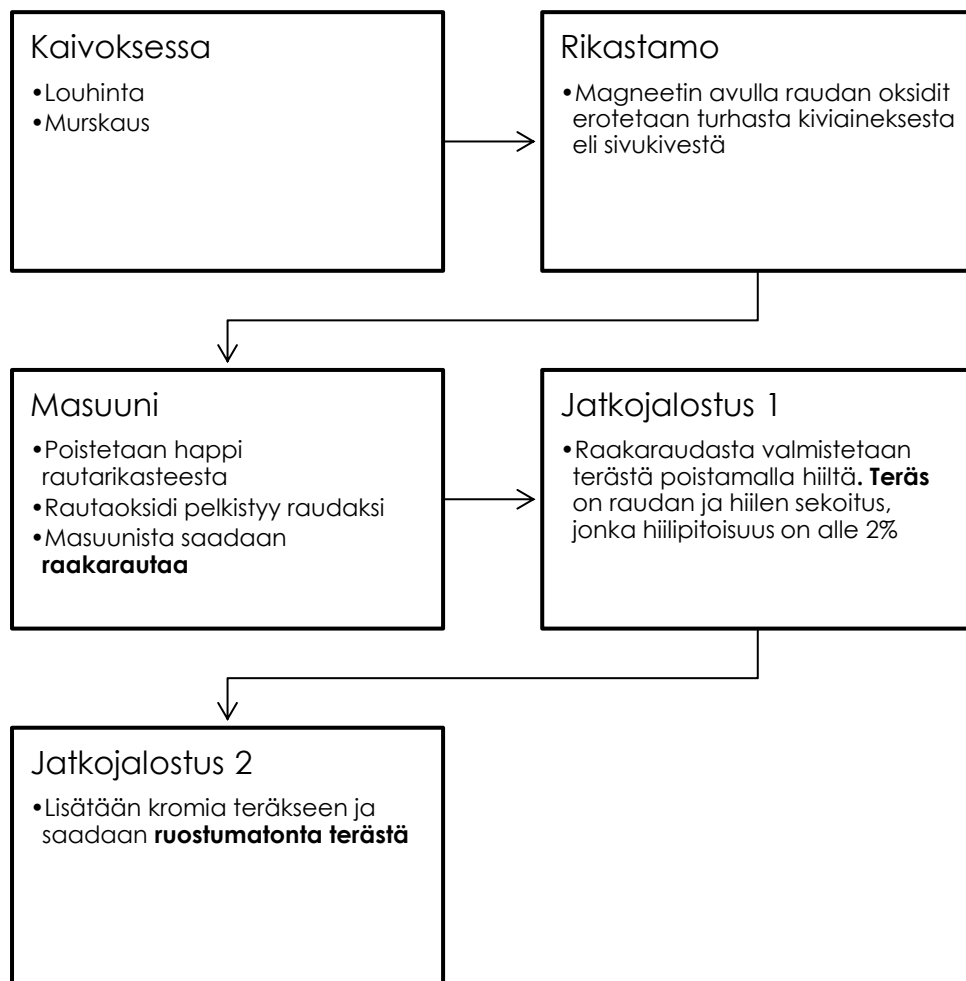
1. Metallien pinnoittaminen
 - Kun elektrolyysilaitteiston negatiiviseen napaan kytketään metalliesine, saadaan liuoksessa olevat metalli-ionit pelkistymään metalliesineen pintaan. Näin esimerkiksi avain voidaan pinnoittaa kuparilla, kun elektrolyyttinä käytetään kuparisulfaattia.
2. Metallien puhdistaminen
 - Epäpuhdas metalli kytketään positiiviseen napaan ja puhdas negatiiviseen. Epäpuhtaan metallin atomit hapettuvat ja liukenevat nesteeseen positiivisiksi ioneiksi. Nämä ionit kulkeutuvat negatiiviseen napaan kytkeville puhtaalle metallilevylle ja pelkistyvät sen pinnalle muodostaen lisää puhdasta metallia.
3. Alkuaineiden valmistus
 - Esimerkiksi vedestä voidaan valmistaa vetykaasua elektrolyysin avulla. Tätä voidaan hyödyntää mm. vetyautoissa.

29

Metallien valmistus

Kallioperästä löytyy monia hyödyllisiä mineraaleja, joita ihminen käyttää hyödykseen. Malmi on kiviainesta, jossa mineraaleja on niin paljon, että sen louhiminen kannattaa taloudellisesti. Metallien valmistuksessa käytetään paljon energiaa ja maapallon malmivarannot eivät ole loputtomat. Tämän vuoksi metalleja pyritään kierrättämään tehokkaasti. Tällöin säästetään luontoa ja energiaa.

Ruostumattoman teräksen valmistusprosessi



Metallien kierrätys

- Turvaa luonnonvarojen riittävyyden
- Vähentää päästöjä
- Säästää energiaa

Kierrätys Suomessa

- 90% teräksestä kierrätetään → Raaka-aineita ja energiaa säästyy runsaasti
- Louhitusta kuparista noin 80% on edelleen käytössä tehokkaan kierrätyksen ansiosta.
- Alumiinia voidaan kierrättää uudelleen ja uudelleen. Kuitenkin myös kierrätys ja kuljetus kuormittaa luontoa.

30 Korroosio on metallien hapettumista

Metallien korroosio tarkoittaa metallien hapettumista. Hapettuessaan metallit reagoivat ilmassa olevien aineiden kanssa. Tällöin metallin pinnalle muodostuu kerros jotain yhdistettä. Tämä yhdiste voi suojata metallia tai se voi olla erittäin hauras. Esimerkiksi raudan pinnalle muodostuu ruostetta, joka on haurasta. Kuparin pinnalle taas syntyy vihreää patinaa, joka suojaa sen pintaa. Korroosiota voidaan hidastaa monenlaisilla toimenpiteillä.

Raudan korroosio

Kun **rauta reagoi veden ja hapen kanssa**, syntyy ruostetta. Se on erittäin haurasta ja rauta syöpyy pikkuhiljaa.



Alumiinin korroosio

Alumiinin pinnalle muodostuu **suojaava oksidikerros** kun se **reagoi hapen kanssa**. Oksidikerros estää ilman kaasujen ja kosteuden pääsyn syvemmälle.



Alumiinin lisäksi myös sinkin ja kromin pinnalle muodostuu suojaava oksidikerros.

