

Kpl 4.1 Metallien ominaisuudet ja metallisidos

Metallit

- Alkuainemetallit muodostuvat yksittäisistä atomeista siten, että atomit liittyvät toisiinsa metallisidoksella.
- Metallisidos syntyy, kun kukin metalliatomi luovuttaa ulkoelektroninsa (yleensä 1-3) yhteiseen käyttöön metallihilassa.

Kuva. Metallihilan rakenneyksiköt, metalli-ionit ja ulkoelektronit, ovat pakkautuneet hyvin säännöllisesti ja tiiviisti.

Rakennetta pitää koossa delokalisoituneiden (yhteisten, vapaasti liikkuvien) elektronien ja metalli-ionien metallisidos, joka on vahva sähköinen vetovoima.

Metallisidoksen vahvuus

- Vahvan metallisidoksen vuoksi metalleilla on korkea sulamispiste. Ainoastaan Hg (elohopea) on huoneenlämmössä neste.
- Metalliatomien koko ja luovutettujen elektronien määrä vaikuttaa metallisidoksen vahvuuteen: pienet kationit ja suuri varaus mahdollistaa vahvemman metallihilan kuin suuri kationi ja pieni varaus.
- Vahva metallisidos johtaa kovempaan metalliin ja korkeampaan sulamispisteeseen.

Kuva. Natriumin ja magnesiumin metallihilojen rakenne selittää natriumin ja magnesiumin erilaisen kovuuden ja sulamispisteen. (Na on pehmeämpi ja sen sulamispiste on alhaisempi)

Metalleilla on

- Hyvä sähkönjohtokyky. Se selittyy vapaasti liikkuvilla sähköä kuljettavilla elektroneilla.
- Hyvä lämmönjohtokyky. Lämpö johtuu metallia pitkin kun vapaat elektronit törmäilevät muihin elektroneihin ja metallikationeihin.
- Kiilto. Metallien pinnalla olevat vapaat elektronit heijastavat valon takaisin.
- Korkea sulamispiste. Vahvan metallisidoksen katkaiseminen vaatii paljon energiaa.
- Muokattavuus; metalli-ionit joutuvat liikkumaan toistensa ohi ilman, että metalli-ionit joutuvat vierekkäin.
- Mahdollisuus venyttää, takoa ja taivuttaa selittyvät metallihilan rakenteella.

Hg - elohopea

Kuva 54. Metalleja voidaan takoa ohuiksi levyiksi, sillä metallihilassa metalli-ionit pääsevät liikkumaan toistensa ohi vapaiden elektronien "meressä" rakenteen murtumatta.

Epämetallit

Metalleihin verrattuna epämetalleilla on

- alhaisemmat sulamis- ja kiehumispisteet
- ne esiintyvät kaikissa olomuodoissa huoneenlämmössä (metallit kiinteitä)
- ne ovat pehmeämpiä
- niillä on alhaisempi tiheys
- Epämetallit ovat eristettä, metallit johtavat sähköä

- Epämetallialkuaineet esiintyvät luonnossa yksiatomisina (jalokaasut), alkuainemolekyyleinä (esim. O₂, N₂), muutaman atomin molekyyleinä (esim. S₈), tai jättiläismolekyyleinä (esim. timantti).
- Kovalenttinen sidos on vahva epämetallien välillä muodostuva sidos, jossa sidos muodostuu yhteisillä elektroneilla.

Hiilen allotropia – Timantti, grafiitti, fullereeni ja grafeeni

Allotropia = samalla alkuaineella esiintyy samassa olomuodossa useita erilaisia rakennemuotoja.

Timantti

Syntyy hiiliatomeista kovassa paineessa ja kuumuudessa

Timantissa hiilellä on kovalenttinen hila.

Vahvat hiiliatomien väliset sidokset selittävät timantin kovuuden ja hyvin korkean sulamispisteen. Timanttia käytetään poranterissä.

Kuva 62. Timantissa kukin hiiliatomi sitoutuu toisiin hiiliatomeihin neljällä kovalenttisella sidoksella. Nämä sidokset suuntautuvat säännöllisen tetraedrin käärin, joten timantin hilarakenne on hyvin säännöllinen.

Grafiitti

Kuva 63. Grafiitissa kukin hiiliatomi muodostaa kolme kovalenttista sidosta toisiin hiiliatomeihin, jolloin muodostuu tasomainen verkkorakenne.

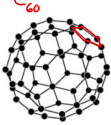
Kunkin hiiliatomin neljäs ulkoelektroni jää vapaaksi tasomaisten kerrosten väliin. Nämä vapaat elektronit tekevät grafiitista sähköä johtavan (käytetään sähköjohteena mm. paristoissa)

Kerrosten välillä on heikkoja dispersiovoimia, joten grafiitti on pehmeä ja liukas aine. Siten grafiitti sopii esim. voiteluaineeksi.

Fullereeni

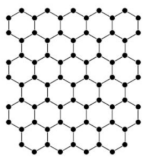
Fullereenimolekyylissä on viisi tai kuusi hiiliatomia sisältäviä renkaita. Pysyvimmissä muodossa eli C₆₀-molekyylissä on 12 viiden hiiliatomin muodostamaa rengasta ja 20 kuuden hiiliatomin muodostamaa rengasta.

C₆₀



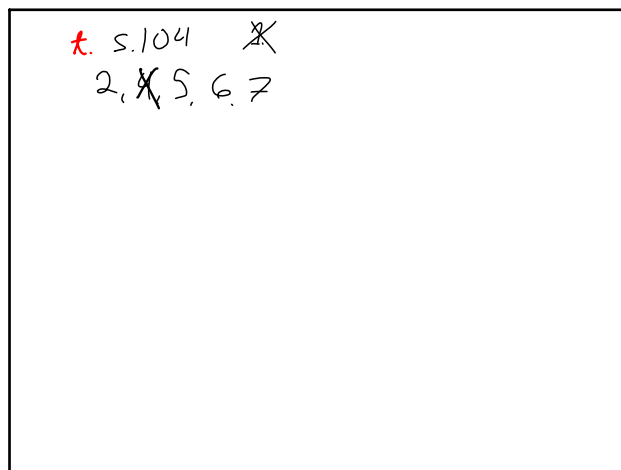
Fullereenille ja hiilestä valmistetuille nanoputkille, kuten myös hiilen neljännelle allotrooppiselle muodolle, grafeenille, etsitään käyttöä elektronikasta.

Grafeeni



Grafeeni koostuu yhdestä kerroksesta hiiliatomeita. Grafeenin valmistusprosessi tuottaa harvinaisen virheetöntä materiaalia. Grafiitissa näitä hiiliatomikerroksia on paljon. Grafeenissa hiiliatomien vapaat elektronit pääsevät liikkumaan ennennäkemättömän nopeasti.

Kuva 67. **Grafeeni** koostuu hiiliatomien muodostamasta yhden atomin paksuisesta kerroksesta, jossa jokainen hiiliatomi on sitoutunut toisiin hiiliatomeihin kojimmella kovalenttisella sidoksilla.



tammi 9-12:20