

Mooli

KE3

Jakso 3

Harjoittele-tehtävien
malliratkaisut



3.1 Mikä on orbitaali?

- a) Orbitaali on elektronin kiertorata atomiytimen ympärillä.
- b) Orbitaali on atomiytimen ympärillä oleva alue, jolle elektronitiheys leviää.
- c) Kullekin orbitaalille mahtuu neljä elektronia.
- d) Tunnettujen alkuaineiden atomeilla voi esiintyä s-, p-, d- ja f-orbitaaleja.

Ratkaisu:

Oikeat väittämät: b, d

3.2 s-orbitaali

- a) Kullekin s-orbitaalille mahtuu kaksi elektronia.
- b) Kullakin pääenergiatasolla on yksi s-orbitaali.
- c) Elektronitiheys leviää 3s-orbitaalilla pallomaisesti atomiytimen ympärille.
- d) Eri pääenergiatasoilla olevat s-orbitaalit ovat samankokoisia.

Ratkaisu:

Oikeat väittämät: a, b

3.3 Elektronien sijoittuminen orbitaaleille

- a) Elektronit sijoittuvat orbitaaleille tietyn täyttymisjärjestyksen mukaisesti.
- b) Kun 2p-orbitaalit täyttyvät, kullekin 2p-orbitaalille sijoittuu ensin yksi elektroni.
- c) Kunkin pääenergiatason kaikki orbitaalit täyttyvät ennen kuin seuraavan pääenergiatason orbitaalit alkavat täyttyä.
- d) 4s-orbitaali täyttyy ennen 3d-orbitaalia.

Ratkaisu:

Oikeat väittämät: a, b, d

3.4 Tunnista alkuaine!

Päättele jaksollisen järjestelmän avulla, minkä alkuaineatomien elektronikonfiguraatioita a–c-kohtien merkinnät esittävät.

- a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
- c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$

Ratkaisu:

Ratkaisu päätellään laskemalla yhteen yläindekseinä olevat elektronien lukumäärät. Elektronien kokonaislukumäärä on sama kuin protonien lukumäärä. Sen jälkeen katsotaan jaksollisesta järjestelmästä, minkä alkuaineen järjestysluku tämä luku vastaa.

- a) natrium, Na
- b) pii, Si
- c) kupari, Cu

3.5 Mistä alkuaineesta on kyse?

Hyödynnä MAOL-taulukoita ja tutki, millä alkuaineella

- a) ensimmäisenä täyttyy 3d-orbitaali.
- b) on 4s-orbitaalilla kaksi elektronia ja 3d-orbitaalilla kuusi elektronia.
- c) ensimmäisenä täyttyy f-orbitaali.

Ratkaisu:

- a) scandium, Sc
- b) rauta, Fe
- c) cerium, Ce

3.6 Alkuaineen elektronikonfiguraation kirjoittaminen

Kirjoita MAOL-taulukoiden ja minimienergiaperiaatteen avulla elektronikonfiguraatiot seuraaville alkuaineille. Päätele elektronikonfiguraation perusteella, kuinka monta ulkoelektronia kullakin alkuaineella on.

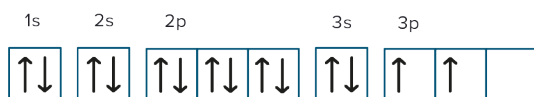
- a) beryllium
- b) rikki
- c) argon
- d) nikkeli

Ratkaisu:

- a) $1s^2 2s^2$, kaksi ulkoelektronia ($2s^2$)
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$, kuusi ulkoelektronia ($3s^2 3p^4$)
- c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$, kahdeksan ulkoelektronia ($3s^2 3p^6$)
- d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$, kaksi ulkoelektronia ($4s^2$)

3.7 Alkuaineatomin laatikkomallin tulkitseminen

Selitä, mitä nuolet ja neliöt tarkoittavat alla olevassa kuvassa. Miksi nuolet ovat laatikoissa kuvassa esitetyllä tavalla? Mikä alkuaine on kyseessä?



Ratkaisu:

Kullakin orbitaalilla olevat kaksi elektronia käyttäytyvät magneettikentässä eri tavalla. Tätä elektronin ominaisuutta kutsutaan spiniksi. Kukin punainen nuoli kuvaa elektronin spiniä ja neliö orbitaalia. Elektronin spin merkitään nuolella, joka suuntautuu joko ylös tai alas. Kullakin orbitaalilla olevilla elektroneilla on vastakkaismerkkiset spinit.

Elektronit sijoittuvat orbitaaleille minimienergiaperiaatteen mukaan niin, että alhaisimman energian orbitaalit täyttyvät ensin. Hundin säännön mukaan elektronit sijoittuvat samanenergisille orbitaaleille siten, että kullekin orbitaalille sijoittuu ensin yksi elektroni. Kuvan 3p-orbitaaleilla on kaksi elektronia, ja elektronit ovat siten eri p-orbitaaleilla. Näillä elektroneilla on samansuuntaiset spinit, ja siksi elektronia kuvaavat nuolet ovat 3p-orbitaali-laatikoissa samaan suuntaan. Elektroneja on 14 kappaletta, joten alkuaineella on 14 protonia, ja sen järjestysluku (Z) on 14. Kyseessä on pii (Si).

3.8 Ionin elektronikonfiguraation kirjoittaminen

Kirjoita ionin elektronikonfiguraatio. Minkä jalokaasun elektronirakenne a-c–kohtien ioneilla on?

- a) Cl^-
- b) S^{2-}
- c) Mg^{2+}
- d) Zn^{2+}

Ratkaisu:

- a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$, Argonin elektronirakenne,
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$, Argonin elektronirakenne ,
- c) $1s^2 2s^2 2p^6$, Neonin elektronirakenne,
- d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$

3.9 Hiukkasten tunnistus

Tarkastellaan kolmea hiukkasta, joilla on sama elektronikonfiguraatio: $1s^2 2s^2 2p^6$. Yhdellä hiukkasista ei ole sähköistä varausta, yhden varaus on $1-$ ja yhden $1+$. Mitä nämä hiukkaset ovat? Kirjoita kunkin hiukkasen kaava.

Ratkaisu:

Sähköisesti varaukseton on neonatomi (Ne), jolla on 10 elektronia.

Hiukkanen, jonka varaus on $1-$, on fluoridi-ioni (F^-), jolla on myös 10 elektronia. (Fluoriatomi on vastaanottanut yhden elektronin.)

Hiukkanen, jonka varaus on $1+$, on natriumioni (Na^+), jolla on myös 10 elektronia. (Natriumatomi on luovuttanut yhden elektronin.)

3.10 Sivuryhmien alkuaineiden ionit

Metallit, joilla d-orbitaalit ovat vain osittain täyttyneet, voivat esiintyä yhdisteissään useana erilaisena ionina. Esimerkiksi titaani (Ti) esiintyy usein Ti^{3+} - ja Ti^{4+} -ioneina. Kupari (Cu) esiintyy usein Cu^+ - ja Cu^{2+} -ioneina. Merkitse kunkin alkuaineen ja ionin elektronit orbitaalilaatikkoihin nuolimerkinnällä.

	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
Ti:	☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
Ti^{3+} :	☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
Ti^{4+} :	☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
Cu:	☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
Cu^+ :	☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
Cu^{2+} :	☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Ratkaisu:

	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
Ti:	☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
Ti^{3+} :	☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
Ti^{4+} :	☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
Cu:	☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
Cu^+ :	☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
Cu^{2+} :	☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

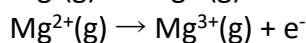
3.11 Magnesiumin ionisaatioenergiat

Selitä, miksi magnesiumin 1. ja 2. ionisaatioenergia (+736 kJ/mol ja +1 450 kJ/mol) ovat paljon pienemmät kuin 3. ionisaatioenergia (+7 740 kJ/mol). Kirjoita kaikkien kolmen ionisoitumistapahtuman reaktioyhtälöt.

Ratkaisu:

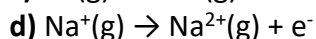
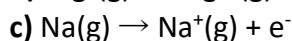
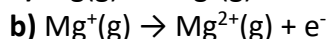
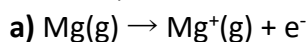
Magnesiumiatomin elektronikonfiguraatio on $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$. Uloimmalla pääenergiatasolla on kaksi elektronia ($3s^2$). Näiden irrottamiseen tarvitaan vähemmän energiaa kuin kolmannen elektronin irrottamiseen. Kolmas elektroni tulisi irrottaa Mg^{2+} -ionista, jolla on pysyvä, neonin oktetitirakennetta vastaava ulkoelektronirakenne $2s^2 2p^6$.

Reaktioyhtälöt:



3.12 Ionisaatioenergioiden vertailu

Päättele, mikä seuraavista ionisoitumisista vaatii eniten energiaa. Perustele vastauksesi.



Ratkaisu:

Eniten energiaa vaatii kohdan d) ionisoituminen, koska Na^+ -ionilla on jalokaasu neonin pysyvä ulkoelektronirakenne $2s^2 2p^6$. Elektronin irrottaminen täydeltä elektronikuorelta vaatii runsaasti energiaa.

3.13 Taliumionien pysyvät elektronirakenteet

Päättele, miksi tallium esiintyy yhdisteissään yleensä Tl^+ ja Tl^{3+} -ioneina.

Ratkaisu:

Talliumiatomin elektronikonfiguraatio on $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^1$. Elektronikonfiguraatiosta voidaan päätellä, että uloimman kuoren elektronirakenne on $6s^2 6p^1$.

Tl^+ -ioni muodostuu, kun tallium luovuttaa 6p-elektronin. Tällöin 6p-orbitaali on tyhjä ja $6s^2$ -orbitaali on täynnä, eli kyseessä on pysyvä elektronirakenne.

Tl^{3+} -ioni muodostuu, kun tallium luovuttaa 6p-elektronin lisäksi kaksi 6s-elektronia. Tällöin myös 6s-orbitaali on tyhjä. Molemmissa ioneissa uloin orbitaali (5d) on täynnä.

3.14 Bioepäorgaaninen kemia

Biomolekyyliin on usein liittynyt metalli-ioneja, joiden tehtäviä voivat olla esimerkiksi katalyyysi, proteiinin rakenteen ylläpito, hapen käsittely tai elektronien siirto. Rautaionit voivat osallistua hapetus-pelkistysreaktioihin, joissa siirtyy elektroneja. Sinkki-ioni sen sijaan ei osallistu hapetus-pelkistysreaktioihin. Päättelä raudan ja sinkin pysyvimmät ionit. Perustelee elektronirakenteiden avulla, miksi rautaionit voivat osallistua hapetus-pelkistysreaktioihin, mutta sinkki-ioni ei.

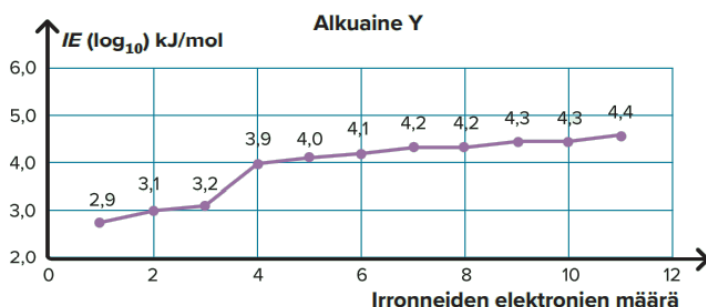
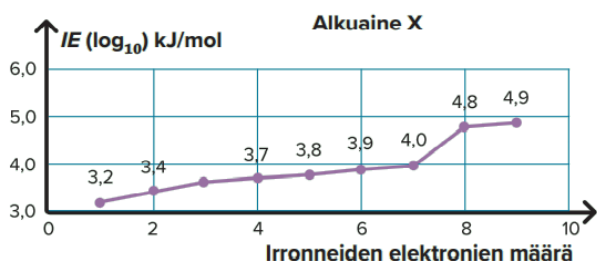
Ratkaisu:

Raudan elektronikonfiguraatio on $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$. Konfiguraatiosta nähdään, että rauta saa pysyvän elektronirakenteen luovuttamalla kaksi ulkoelektroniaan, jolloin uloin 4s-orbitaali tyhjenee. Muodostuvan Fe^{2+} -ionin elektronikonfiguraatio on $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$. Jos Fe^{2+} -ioni luovuttaa vielä yhden elektronin, syntyy Fe^{3+} -ioni. Tällöin 3d-orbitaaleilla on viisi elektronia, eli kullakin d-orbitaalilla on yksi elektroni: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$. Kyseessä on tällöinkin pysyvä elektronirakenne. Raudan pysyvimmät ionit ovat Fe^{2+} ja Fe^{3+} .

Sinkin pysyvin ioni on Zn^{2+} , koska tällöin 4s-orbitaali on tyhjentynyt ja 3d-orbitaali on täynnä ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$). Zn^{2+} -ionilla on siten pysyvä elektronirakenne, joten se ei luovuta eikä vastaanota elektroneja helposti. Fe^{2+} -ioni sen sijaan voi hapettua Fe^{3+} -ioniksi ja Fe^{3+} -ioni voi pelkistyä Fe^{2+} -ioniksi.

3.15 Ionisaatioenergiakuvaajien tulkinta

Oheiset graafiset kuvaajat esittävät kahden eri pääryhmään kuuluvan alkuaineen (X ja Y) ionisoitumisenergia-arvojen (E_i) logaritmitiset arvot irronneiden elektronien lukumäärän funktiona.



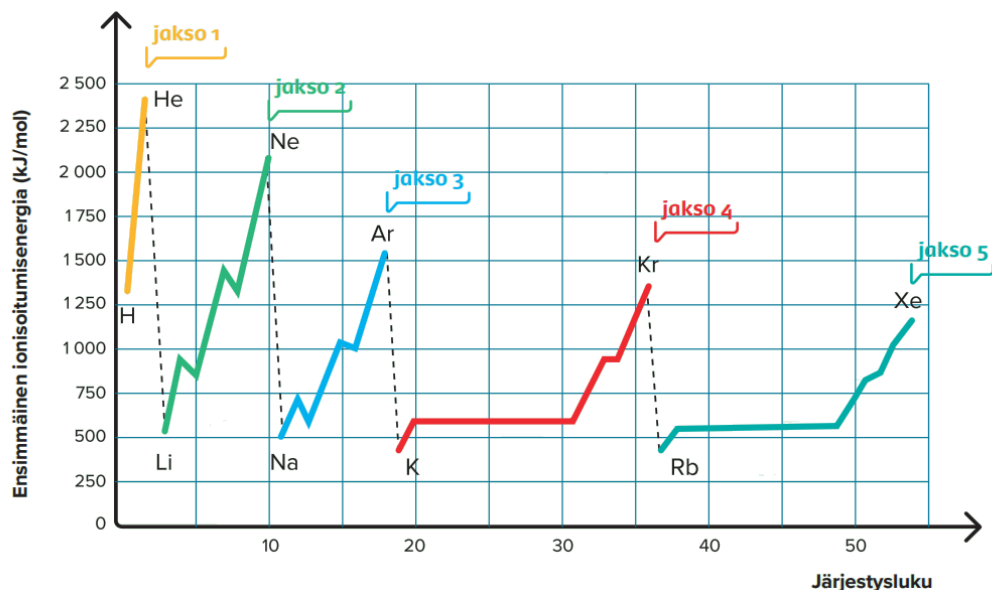
- Kuinka monta ulkoelektronia alkuaineilla X ja Y on?
- Mihin ryhmään alkuaineet X ja Y kuuluvat?
- Mikä olisi sen yhdisteen kaava, kun X ja Y reagoivat?
- Ratkaise alkuaineen X 1. ionisaatioenergian arvo ja alkuaineen Y 4. ionisaatioenergian arvo. Pyöristä arvot kahden merkitsevän numeron tarkkuudelle.

Ratkaisu:

- a) Alkuaineella X on seitsemän ulkoelektronia ja alkuaineella Y kolme.
- b) Alkuaine X kuuluu ryhmään 17 ja alkuaine Y ryhmään 13.
- c) YX_3
- d) Alkuaineen X 1. ionisaatioenergia on +1 600 kJ/mol. Alkuaineen Y 4. ionisaatioenergian arvo on +7 900 kJ/mol.

3.16 Jaksojen 1–5 alkuaineiden ionisaatioenergiat

Alla on kuvattu jaksojen 1–5 alkuaineiden 1. ionisaatioenergiat. Miksi käyrät kulkevat kuvassa esitetyllä tavalla?

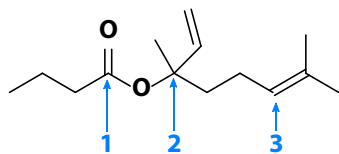
**Ratkaisu:**

1. ryhmän alkuaineiden (H, Li, Na, K, Rb) 1. ionisaatioenergiat ovat selvästi kunkin jakson alhaisimmat. Näillä alkuaineilla on uloimman pääenergiatason s-orbitaalilla vain yksi elektroni. Kun tämä elektroni luovutetaan, uloin s-orbitaali on tyhjä. Tämä on pysyvä elektronirakenne. Kunkin jakson alkuaineista havaitaan, että ionisaatioenergian arvo tavallisesti kasvaa, kun jaksollisen järjestelmän jaksossa mennään vasemmalta oikealle. Tällöin protonien lukumäärä atomiytimessä kasvaa, ja siten atomiytimen vetovoima elektroneihin kasvaa. Tähän on kuitenkin useita poikkeuksia, jotka voidaan selittää alkuaineatomien elektronikonfiguraatioiden avulla. Esimerkiksi boorin ($Z=5$) 1. ionisaatioenergia on alhaisempi kuin berylliumin ($Z=4$). Tämä johtuu siitä, että kun boori on luovuttanut elektronin, sen uloin 2s-orbitaali on täysi. Täysi orbitaali on pysyvä elektronirakenne. Berylliumin 1. elektroni on sen sijaan otettava täydeltä 2s-orbitaalilta.

Kun käyriä vertaillaan, kunkin jakson viimeisen alkuaineen (He, Ne, Ar, Kr ja Xe) 1. ionisaatioenergian arvo selvästi pienenee, kun siirrytään jaksollisen järjestelmän ryhmässä ylhäältä alaspäin. Tämä pätee myös muihin ryhmiin, mutta muiden ryhmien alkuaineet ovat käyriltä vaikeammin havaittavissa. Kun siirrytään ryhmässä ylhäältä alaspäin, elektronikuorien lukumäärä kasvaa, ja siten ytimen vetovoima ulkoelektroneihin pienenee. Siksi esimerkiksi Xe-atomin 1. ionisaatioenergian arvo on pienempi kuin He-atomin.

Jaksoissa 4 ja 5 havaitaan pitkät vaakasuorat alueet, joilla 1. ionisaatioenergian arvo kasvaa hitaasti. Jaksossa 4 vaakasuorilla alueilla ovat alkuaineet $\text{Sc} \rightarrow \text{Zn}$ ($Z=21-30$) ja jaksossa 5 alkuaineet $\text{Y} \rightarrow \text{Cd}$ ($Z=39-48$), joilla täyttyy d-orbitaali. Neljännen jakson alkuaineilla ($Z=21-30$) elektroni irrotetaan 4s-orbitaalilta ja 5. jakson alkuaineilla ($Z=39-48$) 5s-orbitaalilta. Tällöin elektronin irrottamiseen tarvittava energia ei kovin paljoa poikkea, koska kummankin jakson alkuaineilla elektroni irrotetaan samalta orbitaalilta

Alla olevaa yhdistettä on persikan tuoksussa. Yhdisteen rakennekaava liittyy tehtäviin 3.17 ja 3.18.



3.17 Hiiliatomien hybridisaatio

Mikä hybridisaatio on hiiliatomeissa 1, 2 ja 3?

- a) 1. sp^2 , 2. sp^2 , 3. sp^2
- b) 1. sp^2 , 2. sp^3 , 3. sp^2
- c) 1. sp , 2. sp^2 , 3. sp
- d) 1. sp^3 , 2. sp^2 , 3. sp^3

Ratkaisu:

b)

3.18 Sidoskulmat

Mitkä sidoskulmat ovat hiiliatomeista 1, 2 ja 3 lähtevissä sidoksissa?

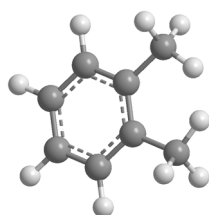
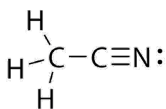
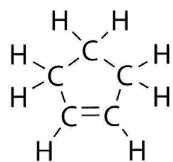
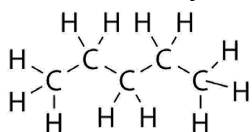
- a) 1 = 120° , 2 = 45° , 3 = 120°
- b) 1 = 109° , 2 = 120° , 3 = 109°
- c) 1 = 109° , 2. = 109° , 3 = 109°
- d) 1 = 120° , 2. = 109° , 3 = 120°

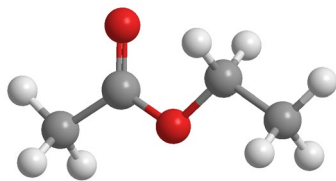
Ratkaisu:

d)

3.19 σ - ja π -sidosten tunnistus

Kuinka monta σ - ja π -sidosta on seuraavissa molekyyliissä?





Ratkaisu:

- a) 16 σ -sidosta
- b) 13 σ -sidosta, 1 π -sidos
- c) 5 σ -sidosta, 2 π -sidosta
- d) 18 σ - ja 3 π -sidosta
- e) 13 σ - ja 1 π -sidos

3.20 Käsitteet ja merkintätavat

Valitse kullekin käsitteelle oikeat merkinnät.

Käsite	Merkintä
A yksinkertainen kovalenttinen sidos	1 $\text{C}\equiv\text{C}$
B hiiliatomien välillä kaksi π -sidosta	2 sp^2 -hybridisaatio
C kaksoissidos	3 $\text{C}=\text{C}$
D bentseenirengas	4 sp -hybridisaatio
E yksi π -sidos	5 sp^3 -hybridisaatio
F kolmoissidos	6 $\text{C}\text{---}\text{C}$

Ratkaisu:

- A: 5
- B: 1,4
- C: 2,3
- D: 2,6
- E: 2,3
- F: 1,4

3.21 Hiilen hybridisaation tunnistaminen

Valitse oikea yhdistelmä, joka kuvaa hiilen hybridisaatiota seuraavissa rakenteissa:

$\text{---C}\equiv\text{N}$	$\text{---CH}_2\text{---}$	---COOH
a) sp	sp^2	sp^3
b) sp	sp^3	sp^2
c) sp^3	sp^2	sp^2
d) sp^2	sp^3	sp

Ratkaisu:

- b)

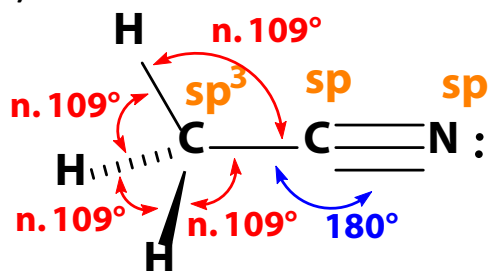
3.22 Asetonitriilin rakenne

Asetonitriili (CH_3CN) on poolinen liuotin, jota käytetään esimerkiksi nestekromatografian sovelluksissa ajoliuoksen osana.

- Piirrä asetonitriilin täydellinen rakennekaava.
- Merkitse rakenteeseen asetonitriilin sidosten väliset kulmat sekä hiiliatomien hybridisaatiot.
- Päättele typpiatomin hybridisaatio.

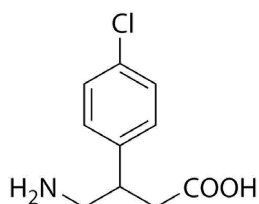
Ratkaisu:

a)



3.23 Lääkeaineen rakenne

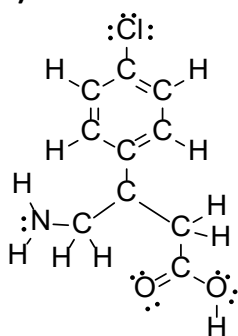
Lääkeaineen kolmiulotteinen rakenne vaikuttaa siihen, miten lääkeaine sitoutuu vaikutuskohteeseensa. Baklofeeni on lääkeaine, joka vähentää hermostollisten sairauksien yhteydessä lihasten jännitystä ja nykäyksiä. Alla on esitetty baklofeenin rakenne viivakaavana.

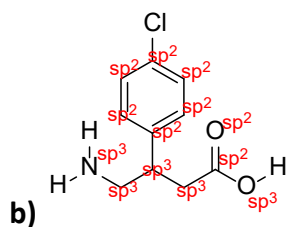


- Piirrä baklofeenin täydellinen rakennekaava. Piirrä rakennekaavaan näkyvin myös vapaat elektroniparit.
- Merkitse kunkin hiiliatomin kohdalle sen hybridisaatio. Päättele myös happi- ja typpiatomien hybridisaatiot.
- Ympyröi baklofeenin rakenteesta alueet, jotka ovat samassa tasossa.

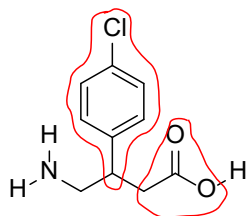
Ratkaisu:

a)





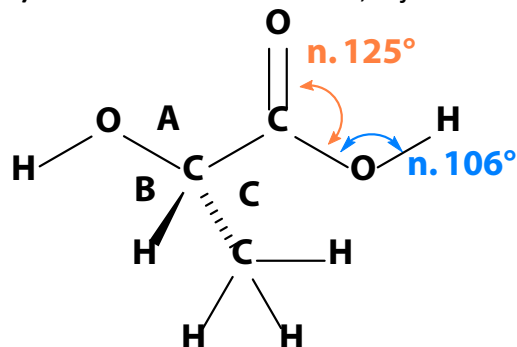
c)



3.24 Maitohappomolekyylin sidoskulmat

a) Maitohappomolekyyliin on merkitty kaksi sidoskulmaa. Selitä, miksi ne eroavat toisistaan.

b) Yksinkertaiset sidokset A, B ja C on merkitty erilaisilla sidosviivoilla. Mitä ne tarkoittavat?



Ratkaisu:

Kaksoissidoksen C=O hiiliatomin hybridisaatio on sp^2 . Tällöin hiiliatomista lähtevien sidosten sidoskulmat ovat lähellä 120° . (Kun sp^2 -hybridisoituneeseen hiileen liittyy eri atomeja, sidoskulmat voivat poiketa hieman 120° .)

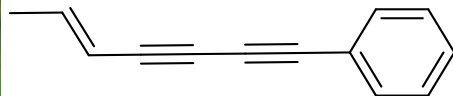
Kaksoissidokseen C=O yksinkertaisella sidoksella liittynyt happiatomi (–O–) on sp^3 -hybridisoitunut. Siitä lähtee kaksi kovalenttista sidosta ja kaksi elektroniparia. Näiden sidosten ja elektroniparien väliset sidoskulmat ovat lähellä 109° . (Kun sp^3 -hybridisoituneeseen atomiin liittyy eri atomeja tai ryhmiä (tässä C, H ja kaksi vapaata elektroniparia), sidoskulmat voivat hieman poiketa 109° .)

b) Sidos A sijaitsee paperin tasossa. Sidos B suuntautuu katsojaan päin ja sidos C katsojasta poispäin.

3.25 Daalian hyönteismyrkky

Daalia on kotoisin Meksikosta, ja daalian noin 15 000 lajiketta on suurelta osin jalostettu kahdesta lajista, *Dahlia pinnata* ja *D. coccinea*. Lajikkeissa on suuri määrä eri polyasetyleenejä, joissa kolmoissidokset ja yksinkertaiset sidokset vuorottelevat. Tämän tyyppisiä yhdisteitä voi olla lehdistä, kukissa ja mukuloissa jopa 2 g/kg kuivapainosta. Ne antavat suojaa hyönteisiä vastaan, ja ne saattavat myös selittää, miksi ruoho kellastuu, jos se

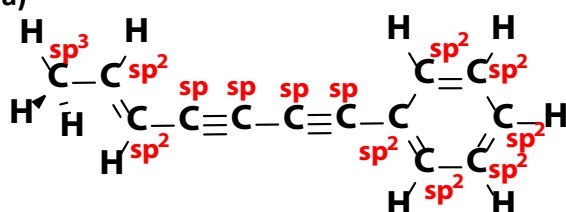
kasvaa liian lähellä daalioita. Alla oleva yhdiste on yksi varsin yleinen daalian polyasetyleeniyhdiste.



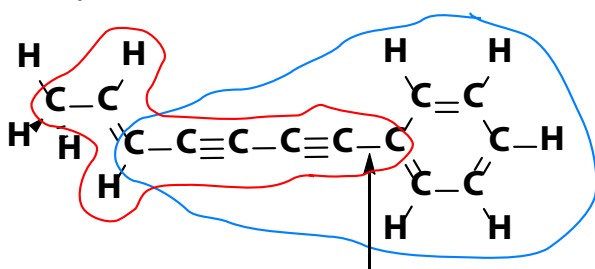
- a) Piirrä yhdisteen täydellinen rakennekaava. Merkitse kunkin hiiliatomin kohdalle sen hybridisaatio.
 b) Ympäroi yhdisteen rakenteesta alueet, jotka ovat samassa tasossa. Perustele vastauksesi.

Ratkaisu:

a)



b)



Bentseenirenkaan hiiliatomit ja niihin liittyvät atomit ovat samassa tasossa.

Bentseenirenkaaseen liittyy sp -hybridisoitunut hiili ($C\equiv C$), ja sen jälkeen ketjussa on yksinkertainen sidos ja kolmoissidos ($C-C\equiv C-C\equiv C-C$). Nämä kaikki atomit ovat samassa tasossa, koska atomien väliset siduskulmat ovat 180° . Nuolella merkityn yksinkertaisen sidoksen pyörimisen seurauksena ketjun päässä oleva $C=C$ voi kääntyä pois bentseenirenkaan tasosta.

Ketjussa olevaan $C=C$ -sidokseen liittyvät atomit ovat samassa tasossa. $C=C$ -sidokseen liittyy pitkä ketju, joka sisältää kolmoissidoksia ($-C\equiv C-C\equiv C-C$). Nämä kaikki atomit ovat samassa tasossa, koska kolmoissidoksissa siduskulmat ovat 180° .

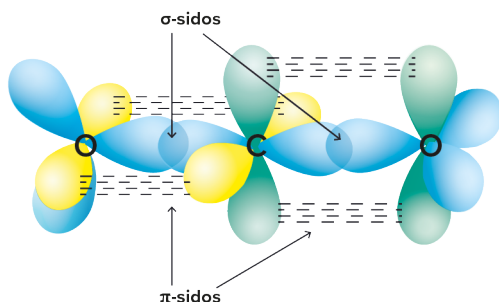
sp^3 -hiileen sitoutuneet vetyatomit ovat suuntautuvat tetraedrisesti tasosta poispäin.

3.26 Hiilidioksidimolekyylin orbitaalit

Mitkä hybridisaatiot ovat hiilidioksidimolekyylin hiili- ja happiatomeilla? Mallinna hiilidioksidin orbitaalirakennetta esimerkiksi piirtämällä se paperille samalla periaatteella kuin eteenin ja etyydin orbitaalirakenteet on esitetty kuvissa 29 ja 35.

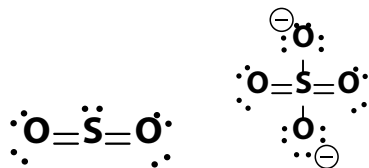
Ratkaisu:

Hiilidioksidin hiiliatomilla on sp -hybridisaatio ja happiatomeilla sp^2 -hybridisaatio.



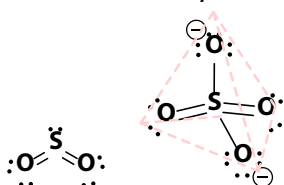
3.27 Rikkiyhdisteiden kolmiulotteinen rakenne

Alla on esitetty rikkidioksidin (SO_2) ja sulfaatti-ionin (SO_4^{2-}) rakenteet. Millainen kolmiulotteinen muoto näillä yhdisteillä on? Piirrä yhdisteiden rakenteet niin, että sidoskulmat ovat oikein. Mikä on rikkiatomien hybridisaatio yhdisteiden kolmiulotteisten rakenteiden perusteella?



Ratkaisu:

MAOL-taulukoiden perusteella rikkidioksidilla on V-muoto ja sulfaatti-ionilla tetraedrinen rakenne. Siten yhdisteiden rakenteet ovat:



Kolmiulotteisen rakenteen perusteella rikkidioksidin rikkiatomin hybridisaatio on sp^2 . Molekyyli on tasomainen, ja sidoskulmat ovat noin 120° . Sulfaatti-ionin rikkiatomin hybridisaatio on sp^3 , ja sidoskulmat ovat noin 109° .