

KE2-välikoetuksen malliratkaisu (LOPS 2003)

Teemu Arppe / [Valkemisti](#), CC BY-SA 4.0

1. a) B (Elektroni 3d-alakuorella ennen 4s-alakuoren täyttymistä.)

oikea valinta 1 p.

b) A: C B: K C: Nd D: Br

oikea valinta 2 × 0,5 p.

c) A: p B: s C: f D: p

oikea valinta 4 × 0,25 p.

- d) D/Br (Metallit ovat elektropositiivisia, bromi on melko elektronegatiivinen, ja hiili on siltä väliltä.)

oikea valinta 1 p.

2. a) Rakenne ei noudata *minimienergiaperiaatetta*, sillä 2s-orbitaalin jälkeen on täyttynyt 3s-orbitaali, vaikka tällä on suurempi energia kuin 2p-orbitaaleilla.

b) Rakenne ei noudata *Paulin kieltoääntöä*, sillä 3s-orbitaalilla on kuusi elektronia, vaikka yhdelle orbitaalille voi asettua enintään kaksi elektronia. (Tehtävänannon oletuksen mukaan 3s-orbitaaleja on yksi kappale.)

c) Rakenne ei noudata *Hundin sääntöä*, sillä 2p_x-orbitaalilla on kaksi elektronia eikä muilla 2p-orbitaaleilla ole elektroneja, vaikka samaenergisille orbitaaleille asettuu ensin yksi elektroni kullekin.

periaate 3 × 0,5 p., perustelu 3 × 0,5 p.

3. A: F B: O C: N D: S E: Cl F: Be G: Mg H: Li I: Na J: P

(Toinen ionisoitumisenergia on noin 2–3 kertaa niin suuri kuin ensimmäinen ionisoitumisenergia, jos kaksi ulointa elektronia sijaitsevat samalla kuorella. Alkuaineilla H ja I ionisoitumisenergioiden ero on paljon suurempi, joten niillä on vain yksi elektroni uloimmalla kuorella, eli ne ovat alkalimetalleja. Koska H:n atomisäde on pienempi kuin I:n atomisäde ja atomisäde kasvaa ryhmässä alaspäin mentäessä, niin H on litium ja I on natrium.

Alkuaineilla F ja G on huomattavan suuri positiivinen elektroniaffiniteetti. Siten ne ovat maa-alkalimetalleja, joilla ylimääräinen elektroni menee energiaa kasvattavasti uudelle alakuorelle. Koska F:n atomisäde on G:n atomisädettä pienempi, niin F on beryllium ja G on magnesium.

Jäljellä on kuusi ryhmien 15–17 alkuainetta. Pienten atomisäteiden perusteella alkuaineet A, B, C kuuluvat 2. jaksoon. Alkuaineella C on positiivinen elektroniaffiniteetti. Se kuuluu tyypelle, koska ylimääräinen elektroni menee 2p-orbitaalille, jossa on jo ennestään yksi elektroni. Toinen elektroni pienessä tilassa lisää poistovoimia, mikä selittää elektroniaffiniteetin positiivisuuden.

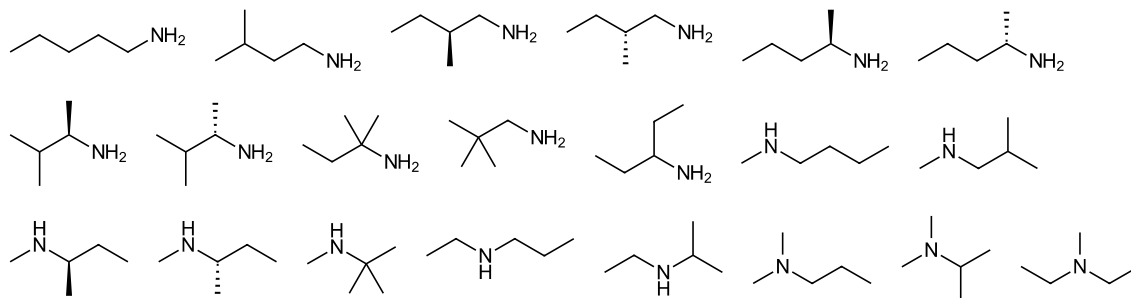
Jäljelle jäävät toisen jakson alkuaineet ovat fluori ja happi. Alkuaine A on fluori ja alkuaine B on happi, sillä atomisäde pääsääntöisesti pienenee jaksossa vasemmalta oikealle siirryttäessä. Lisäksi fluori on elektro-negatiivisin alkuaine, joten sillä on oltava negatiivisempi elektroniaffiniteetti kuin hapella.

Jäljelle jäävät kolmannen jakson alkuaineet ovat fosfori, rikki ja kloori. Niistä elektronegatiivisin on kloori, joten alkuaine E on kloori, jonka elektroniaffiniteetti on vielä negatiivisempi kuin fluorilla.

Oktetissa fosfori on P³⁻ ja rikki on S²⁻. Fosfori on jaksollisessa järjestelmässä rikin vasemmalla puolella, joten se on atomina rikkiä suurempi. Anionissa P³⁻ on lisäksi yksi elektroni enemmän kuin S²⁻:ssa, joten alkuaineista suurin oktetissa on fosfori (alkali- ja maa-alkalimetalleilla atomisäde on suurempi kuin fosforilla, mutta kun ne muodostavat ionin yhden tai kaksi elektronia luovuttamalla, niiden säde pienenee huomattavasti). Alkuaine J on siis fosfori, ja alkuaineeksi D jää rikki.)

oikea valinta 10 × 0,5 p, väärä valinta -0,5 p.

4.



rakennisisomeeri $17 \times 0,5$ p., 4/2/1 stereoisomeeria $1,5/1/0,5$ p., väärä rakenne tai sama rakenne kahdesti $-0,5$ p.

5. Koska palamistuotteiksi on mainittu vain vesi ja hiilidioksidi, eugenoli koostuu hiilestä, vedystä ja hapesta. Hapen massa eugenolinäytteessä on näytteen massa vähennettynä veteen siirtyvän vedyn ja hiilidioksiidiin siirtyvän hiilen massalla:

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = m / M = 2,84 \text{ g} / 44,01 \text{ g/mol} \approx 0,06453 \text{ mol}$$

$$m(\text{C}) = nM = 0,06453 \text{ mol} \cdot 12,01 \text{ g/mol} \approx 0,7750 \text{ g}$$

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot m / M = 2 \cdot 0,698 \text{ g} / 18,016 \text{ g/mol} \approx 0,07749 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}) = nM = 0,07749 \text{ mol} \cdot 1,008 \text{ g/mol} \approx 0,07811 \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = 1,06 \text{ g} - 0,7750 \text{ g} - 0,07811 \text{ g} = 0,2069 \text{ g}$$

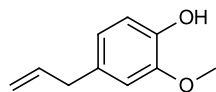
$$n(\text{O}) = m / M = 0,2069 \text{ g} / 16,00 \text{ g/mol} \approx 0,01293 \text{ mol.}$$

Suhdekaava saadaan näytteen alkuaineiden ainemäärien suhteista:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0,06453 : 0,07749 : 0,01293 = 0,06453 / 0,01293 : 0,07749 / 0,01293 : 1 \approx 4,99 : 5,99 : 1.$$

Suhdekaava on siten $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}$. Koska $M(\text{C}_5\text{H}_6\text{O}) = 82,098 \text{ g/mol}$ ja $2 \cdot 82,098 \text{ g/mol} \approx 164 \text{ g/mol}$, eugenolin molekyylikaava on $(\text{C}_5\text{H}_6\text{O})_2$ eli $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2$.

Vihjeiden avulla voidaan päätellä oheinen rakennekaava. (Jos bentseenirenkaaseen on kiinnittynyt kolme ryhmää, siinä on kolme vetyä. Kun tämän yhdistelmän kaavan C_6H_3 vähentää eugenolin molekyylikaavasta, tuloksena on $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_2$. Koska eugenolin paikkaisomerilla on cis-trans-isomeriaa, eugenolissa on oltava kaksoissidos. Paikkaisomerian olemassaolo vaatii ainakin kolmen hiiliatomin mittaisen ketjun. Neljän hiiliatomin ketju ei ole mahdollinen, sillä tällöin eugenolissa pitäisi olla kaksi samanlaista fenoliryhmää. Jos toisaalta kolmeen ryhmään on käytettävissä neljä hiiltä ja yhteen ryhmään menee niistä kolme, yhden ryhmän on oltava fenoliryhmä. Kaksoissidoksen sisältävä ryhmä on hiilivetyryhmä, koska eugenolissa ei ole metyyliiryhmää kuten tolueenissa eli metyylibentseenissä. Hiilivetyryhmä ei voi olla haarautunut, jotta kaksoissidoksen paikkaisomeria olisi mahdollista. Jäljelle jäävän ryhmän on oltava $-\text{OCH}_3$, sillä $-\text{CH}_2\text{OH}$ olisi toinen vetysidoksia muodostava ryhmä fenoliryhmän ohella. Para-asema tarkoittaa, että ryhmät ovat bentseenirenkaan vastakkaisissa hiiliatomeissa. Orto-asema tarkoittaa, että ryhmät ovat vierekkäiset.)



hiilen ja vedyn ainemäärät $0,5$ p., hapen massa $0,5$ p., suhdekaava 1 p., molekyylikaava $0,5$ p., oikea ryhmä bentseenirenkaassa 3×1 p., ryhmät oikeilla paikoilla $0,5$ p.

yhteensä 29 p.