

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2024/25. õa keemiaolümpiaadi piirkonnavoor

10. klass

Grand prix: 6. ülesanne

Molekulide kirju maailm (20 p)

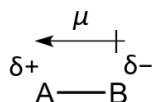
USA biokeemiku Linus Paulingi (1901–1994) loodud elektronegatiivsuste skaala põhineb aatomitevaheliste keemiliste sidemete dissotsiatsioonienergiate D ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) arvutustel. Kahe elemendi aatomite A ja B elektronegatiivsuste erinevus $\Delta\chi$, kus B on elektronegatiivsem element, tuletatakse vastavate mittepolaarsete A–A ja B–B sidemete ning polaarse A–B sideme dissotsiatsioonienergiate võrrandist:

$$\Delta\chi = \chi_B - \chi_A = 0,102 \cdot \sqrt{\Delta D} \qquad \Delta D = D_{A-B} - \frac{D_{A-A} + D_{B-B}}{2}$$

- a) Arvuta kloori aatomi elektronegatiivsus χ_{Cl} , kui $\chi_{\text{H}} = 2,20$ ja $D_{\text{H}_2} = 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $D_{\text{Cl}_2} = 243 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ning $D_{\text{HCl}} = 432 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. (1)

$\chi_{\text{Cl}} = \dots\dots\dots$

Polaarse kovalentse sideme aatomitevaheliste osalaengute eraldatust nimetatakse dipooliks ning selle arvulist väärtust dipoolmomendiks μ . Dipool on vektoriaalne ehk suunaline suurus, mis osutab negatiivselt osalaengult (δ^-) positiivse osalaengu (δ^+) suunas.



Keemilise sideme dipoolmoment μ (D , $1 \text{ D} = 3,336 \cdot 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$) on võrdeline kahe aatomi vahelise sideme pikkuse d (m), elementaarlaengu e ($1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) ning kummagi dipooli koosseisu kuuluva laengu ühise absoluutväärtuse q (ühikuta suurus) korrutisega:

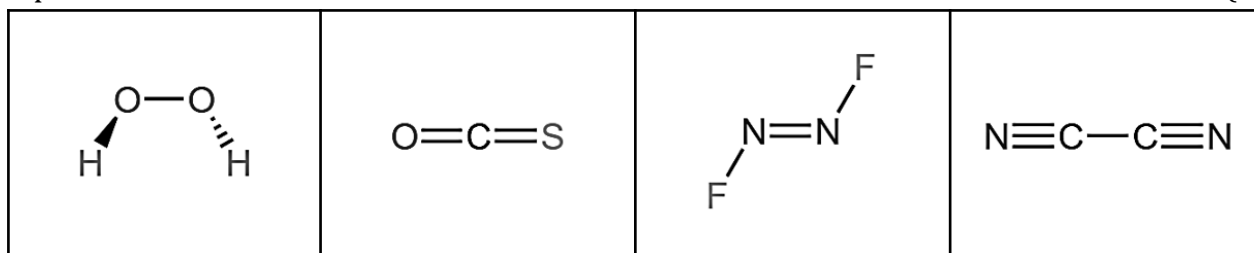
$$\mu = qed$$

- b) i) HCl molekuli dipoolmoment on $1,03 \text{ D}$. Arvuta molekulis H ja Cl aatomite osalaengud, kui $d_{\text{H-Cl}} = 128 \text{ pm}$. (1)

Vastus:

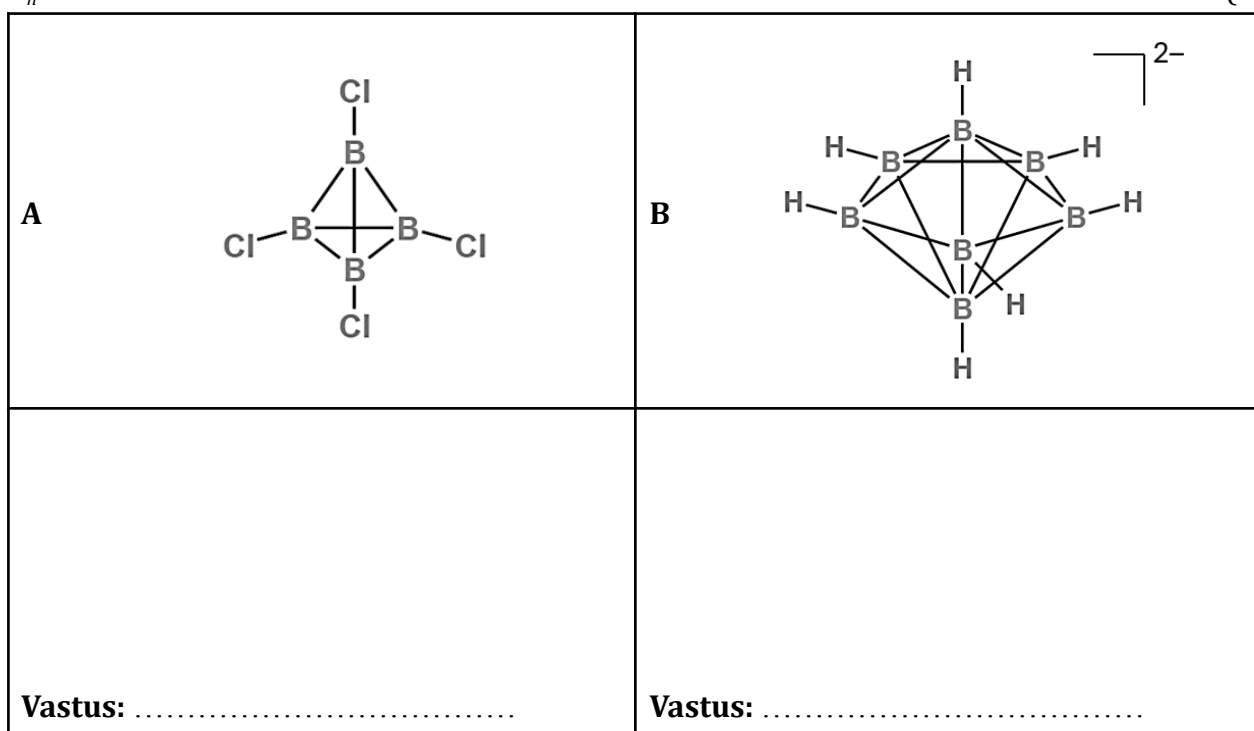
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ii) Määra järgmistes molekulides noolega (\rightarrow) kõikide polaarsete keemiliste sidemete dipoolid. (1)



Boor on tuntud elektronefetsitsete ühendite moodustamise poolest. Elektronefetsitsete ühendeid iseloomustab väliskihielektronide puudujääk aatomitevaheliste kovalentsete sidemete moodustamisel – teisisõnu ei jätku iga keemilise sideme jaoks täpselt kahte elektroni.

c) Molekulstruktuurides **A** ja **B** on terminaalsete B–X sidemete X aatomid (X = Cl või H) saavutanud vastavalt okteti ning dubleti. Arvuta, mitu elektroni osaleb keskmiselt ühendite B_n karkassis ühe B–B sideme moodustamisel. (2)



Karbiidid on süsinikuühendid, milles süsinik on kõige elektronegatiivsem element. Leidub nii soolataolisi, ioonilis-kovalentseid kui ka metallilisi karbiide, mis jagunevad kolmeks: metaniidid, atsetüliidid ning alleniidid.

d) i) Joonista järgmiste karbiidide anioonide Lewis'i struktuurid, näidates kõiki keemilisi sidemeid, vabasisid elektronipaare ning laenguid. (1,5)

Karbiid	Be_2C	Na_2C_2	Mg_2C_3
Anioon			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Karbiidide reageerimisel veega tekivad vastavad metallihüdroksiidid ning eralduvad gaasilised süsivesinikud (süsinikku ja vesinikku sisaldavad ühendid).

ii) Lõpeta ja tasakaalusta reaktsioonide 1–3 võrrandid. (1,5)

1. Be_2C + H_2O →
2. Na_2C_2 + H_2O →
3. Mg_2C_3 + H_2O →

Mittemetallid moodustavad alates 3. perioodist hüpervalentseid ühendeid, mis ei vasta klassikalisele Lewis'i oktetireeglile.

e) i) Kirjuta iga struktuuritüübi kohta üks näide sobivast mittemetalliühendist ja **ii)** määra kaarega kujutatud aatomitevaheliste nurkade suurused. **A** tähistab molekuli keskset aatomit, **X** keskse aatomiga seotud kõrvalaatomid ning punktupaaridega on tähistatud **A** vabad elektronipaariid. (4)

i)				
ii) ° ° ° °

Ksenoonheksafluoriid on toatemperatuuril tahkes olekus värvitu vääriskaasiühend, mille hüdrolüüsil (veega reageerimisel) tekib ksenooni oksofluoriid **A** ($w_{\text{O}} = 7,17\%$) ning eraldub mürgine gaas **X** (**reaktsioon 1**). Eelmaintud hüdrolüüsireaktsioonis võib **A** asemel tekkida ka plahvatusohtlik oksiid **B** (**reaktsioon 2**). Oksiidi **B** reageerimisel baariumhüdroksiidiga moodustub vees lahustuv perkseenatsool **C** ($w_{\text{Ba}} = 54,71\%$), atomaarne ksenoon ning vesi (**reaktsioon 3**). Ksenoon on soolas **C** oma maksimaalses oksüdatsiooniastmes, mis on kahe ühiku võrra kõrgem kui oksiidis **B**. Lisades **C** vesilahusele kontsentreeritud väävelhapet tekivad tetraeedrilise molekulstruktuuriga oksiid **D**, valge sade ning vesi (**reaktsioon 4**).

f) i) Kirjuta ja tasakaalusta **reaktsioonide 1–4** võrrandid. (4)

1.

--	--	--	--	--	--	--	--

2.

3.

4.

ii) Joonista ühendite **A–D** Lewis'i struktuurivalemid, näidates kõiki keemilisi sidemeid, vabasid elektronipaare ning vajadusel laenguid. (4)

A

B

C

D