

2013/2014 õ.a keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

10. klass

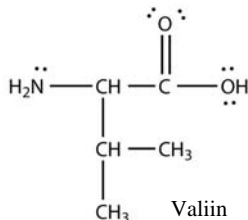
1. Malm on elemendi **A** ja elemendi **B** sulam, kus elemendi **B** sisaldus on vähemalt 2,14%. Kui elemendi **B** sisaldus on nimetatust väiksem ja lisaks elemendile **A** on veel vähemalt 10,5% elementi **C** nimetatakse sulamit roosteavaks teraseks. Element **C** sisaldus annab smaragdile tema rohelist ja rubiinile punase värvuse. Element **A** on enamike organismide vaku kompleksimoodustajaks, mille abil seotakse aine **X**, vastavat valku nimetakse hemoglobiiniks. Mõningatel organismidel, mille tuntuimaks esindajaks on kaheksajalg, on ainet **X** transportivaks valguks aga hemotsüaniin ja vastavaks kompleksimoodustajaks element **D**. Element **D** moodustab koos elemendiga **E** sulami, mida nimetame pronksiks. Kui elemendile **D** lisada aga elementi **F** (5 - 45%) saame messingigi. Elementide **E** ja **G** sulamit kasutatakse jootmiseks. Element **G** on enamikes autoakudes peamine kasutusolev metall. Element **F** oli aga põhiline anoodi materjal patareides enne liitium-ioonpatareide kasutuselevõttu.

a) Kirjutage aine **X** ning elementide **A-G** nimed koos sümbolitega.

b) Milline on iga nimetatud metallilise elemendi stabiilseim oksüdatsiooniaste oksiidides? Kirjutage vastavate oksiidide valemid, metalli oksüdatsiooniaste nendes ja andke hinnang, kas tegemist on happeliste, aluseliste või amfoteersete oksiididega.

(8,5 punkti)

2. Brønsted–Lowry hapete ja aluste teooria järgi on happed ained, mis võivad loovutada prootoni, ning alused on ained, mis võivad endaga liita prootoni. Amfoteersed ained võivad käituda nii happe kui ka alusena. Soolad koosnevad katioonist (alusejääk) ja anioonist (happejääk). Tabelis on toodud näide orgaanilise happe, aluse, soola ja amfoteerse aine kohta.



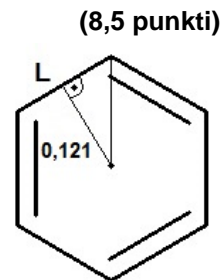
CH ₃ CH ₂ COOH propaanhape $T_{\text{sul.}} = -23 \text{ } ^\circ\text{C}$ värvitu	CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH ₂ propüülamiin $T_{\text{sul.}} = -83 \text{ } ^\circ\text{C}$ värvitu	[CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH ₃] ⁺ NO ₃ ⁻ <i>N</i> -propüülammoo- niumnitraat $T_{\text{sul.}} = ?$	(CH ₃) ₂ CHCH(NH ₂)COOH valiin $T_{\text{sul.}} > 298 \text{ } ^\circ\text{C}$ värvitu
---	---	---	--

a) Kirjutage toodud orgaaniliste ainete reaktsioonid **i)** NaOH-ga ning **ii)** HNO₃-ga, juhul kui need reaktsioonid toimuvad.

b) Joonistage töösse ümber valiini struktuurivalem ja märkige aatomid, mille juures on kõige suuremad negatiivsed (δ^-) ja positiivsed (δ^+) osalaengud (märkida kokku vähemalt 4 aatomit). Millised molekulidevahelised vastasmõjud põhjustavad valiini kõrge sulamistemperatuuri?

c) Ennustage **i)** *N*-propüülammooniumnitraadi ja **ii)** valiinnitraadi füüsikalisi omadusi (toatemperatuuril): puhta aine olek, elektijuhtivus (juhtiv või mitte) ning värvus.

3. 20. sajandi algul õnnestus Schrödingeril kirjeldada dualistliku iseloomuga osakeste liikumistrajektoori lainefunktsioonina, mis kujutas tõenäosust osakese leidumise kohta erinevates ruumiosades. Selle võrrandi lihtsustamisel on saadud mudel, mille ühemõõtmeline variant kujutab punktmassi, mis liigub edasi-tagasi kahe seina vahelisel lõigul. Sellise osakese lubatud energiatasemeid saab arvutada valemiga $E_n = \frac{n^2 \cdot h^2}{8 \cdot m \cdot L^2}$,



kus $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ning L on kahe seina vaheline kaugus.

a) Elektron liigub mööda benseeni sidet, mille kaugus molekuli keskpunktist on 0,121 nm. Arvuta L .

b) Arvuta elektroni jaoks madalaima taseme energia teades, et $E_n > 0$ ja n on täisarv, mis määrab energiataseme. Elektroni mass on $m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

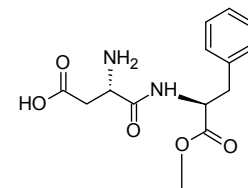
c) Arvuta $n_5 \rightarrow n_2$ üleminekul kiiritava energia hulk elektronvoltides, kui $1 \text{ J} = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ eV}$.

d) Arvuta antud üleminekule vastav lainepikkus nanomeetrites ($E = h\nu$; $\lambda\nu = c$; valguse kiirus $c = 2,998 \cdot 10^5 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$).

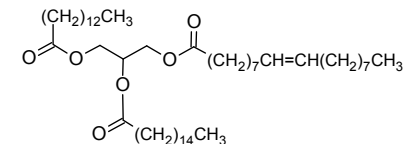
e) Nimeta üks lainele ja üks osakesele iseloomulik omadus.

(10 punkti)

4. Estrid on levinud ühendid. Looduses annavad need näiteks puuviljadele ja marjadele iseloomuliku lõhna (pirni, banaani, maasika, õuna lõhn) ning moodustavad rasvu (triestrid).



Aspartaam



Rasv A

a) Kirjuta üldvalemitega alkoholist ja karboksüülhappesest estri moodustumise happekatalüütilise reaktsiooni mehhanism.

b) Nimeta kaks võimalust, kuidas nihutada reaktsiooni tasakaalu estri tekkimise suunas.

c) Milliste ainete reageerimisel tekib: **i)** metüül-2-aminobensoaat (jasmiini lõhn); **ii)** propüül-2-metüülpropanaat (rummi lõhn)? Kirjuta reaktsioonivõrrandid ning ainete nimetused.

d) Magusaine aspartaam on levinud suhkruasendaja. Milline mürgine aine eraldub aspartaami hüdroolüüsil organismi? Kirjuta reaktsioonivõrrand.

e) Kirjuta seebi valmistamise võrrand, kasutades toodud rasva **A** ühe lähteainena.

(11 punkti)

5. Keemiliste reaktsioonide kiirus suureneb temperatuuri tõustes ja seda seost iseloomustab Arrheniuse võrrand:

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

ning seda saab kirjutada ka logaritmi kujul: $\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$

kus R on universaalne gaasikonstant ($8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$), E_a on reaktsiooni aktivatsioonienergia, T on temperatuur kelvinites, k on reaktsiooni kiiruskonstant ning A on Arrheniuse konstant (sama ühikuga kui k).

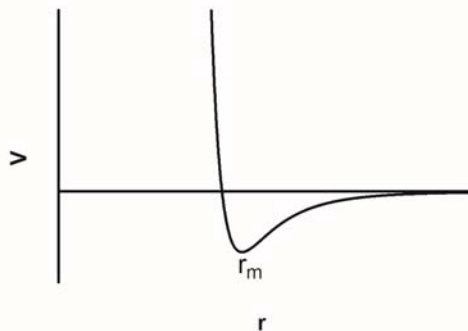
- a) Arvuta tabelis toodud andmete põhjal mõlema reaktsiooni kiiruskonstant k 40°C juures. Selles temperatuurivahemikus E_a ja A ei muutu. Pööra tähelepanu ühikutele!

		E_a (kJ/mol)	k (20°C juures, $\text{M}^{-1} \text{ s}^{-1}$)
Reaktsioon 1	$\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$	113	$k_1 = 4,52 \cdot 10^{-11}$
Reaktsioon 2	$2\text{NO}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{NO}$	109	$k_2 = 6,02 \cdot 10^{-13}$

- b) Leia, mitu korda suureneb konstant k mõlema reaktsiooni puhul ja tee järeldus, kuidas on seotud reaktsiooni E_a ja kiiruse sõltuvus temperatuuri tõusust.
- c) Kui reaktsiooni 1 kiiruskonstant k tõuseb 20°C juures katalüsaatori toimel 1000 korda, siis milline on sel juhul reaktsiooni E_a ? Arvesta, et A jääb samaks.

(10 punkti)

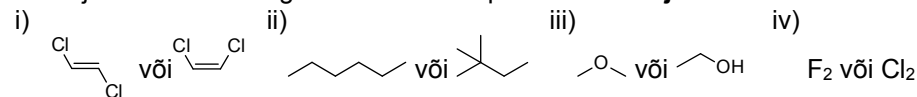
6. Molekulidevahelised jõud määravad paljud olulised vedelike ja tahkiste omadused, näiteks sulamis- ja keemistemperatuurid, lahustumine jpm. Potentsiaalset energiat kahe sfäärilise mittepolaarse molekuli vahel saab arvutada Lennard-Jonesi potentsiaali abil, mille kuju näitab järgmine graafik, kus y-teljel on potentsiaalne energia ja x-teljel molekulidevaheline kaugus:



- a) Kas domineerivad molekulidevahelised tõmbejõud, tõukejõud või summaarsed molekulide vahelised jõud on võrdsed nulliga, kui: **i)** $r < r_m$; **ii)** $r = r_m$; **iii)** $r > r_m$?
- b) Mis on potentsiaalse energia kiire kasvu füüsikaline põhjus molekulidevahelise kauguse kahanemisel r_m väärtusest väiksemaks?

- c) Millised antud omadustest iseloomustavad molekulaarseid tahkiseid, kus molekule hoiavad kristallivõres kinni molekulidevahelised jõud: kõrge keemistemperatuur, madal sulamistemperatuur, pehmus, suur tugevus?

- d) Kumb aine esitatud paarides omab tugevamate molekulidevaheliste jõudude tõttu kõrgemat keemistemperatuuri? **Põhjenda** enda vastust!



- e) Milline nendest kationidest võiks hüdrateeruda (vett siduda) tugevamini, võttes arvesse vee ja katiooni vahel toimivaid jõude? **i)** Cs^+ või Li^+ ; **ii)** Rb^+ või Sr^{2+} . **Põhjenda** enda vastust!

(12 Punkti)