

Tallinna XXI koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor

2020 / 2021 õ.a

14. detsembril 2020 kell 12.00 – 15.00

Enne töö alustamist joonistage puhtandi tiitellehele järgnev tabel ja täitke nimede ja kooli lahtrid.

11. klass		I	II	III	IV	Σ
Õpilase nimi						
Õpetaja nimi						
KOOL						

Kasutada võib keemiliste elementide perioodilisussüsteemi tabelit, lahustuvustabelit ja kalkulaatorit.

1. (10)

Keemiahuvilised sõbrad pidid pääsema puhvriteteemalisest põgenemistoast. Selleks tuli neil lahendada viis järjest keerulisemat ülesannet, kusjuures ülesannete soorituse edukust kontrollisid täpselt kalibreeritud pH-meetrid.

Toa seinale olid abiks pandud mõningad seosed ja suurused:

$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$	Bensoehape $K_a = 6,46 \cdot 10^{-5}$
$pOH = pK_b + \log \frac{[BH^+]}{[B]}$	Ammoniaak $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$
$pH + pOH = 14$	Vesinikkarbonaat $K_a = 4,8 \cdot 10^{-11}$

Esimene ülesanne – puhverlahuste tuvastamine

Trips-traps-trulli mänguvälja meenutavale lauale oli paigutatud üheksa segu. Õpilased pidid valima rea või veeru, milles asuvatele segudele väikese koguse tugevate hapete ja aluste lisamisel pH praktiliselt ei muutu.

1) $HNO_3 + Ca(NO_3)_2$	2) $HCN + NaCN$	3) $HNO_2 + NaNO_3$
4) $KOH + KCl$	5) $HCOOK + HCOOH$	6) $NaOH + Na_2CO_3$
7) $NH_4Cl + HCl$	8) $NH_3 \cdot H_2O + NH_4Cl$	9) $CH_3COOH + HCl$

1. Tuvastage vastav rida või veerg, milles olevatele segudele võis lisada väikese koguse tugevat hapet ja alust, kartmata pH olulist muutumist. (1)

Teine ülesanne – puhverlahuse valmistamine

Tabelina oli esitatud 12 segu retseptid. Õpilased pidid nende hulgast valima kaks, mis toimivad puhverlahustena.

	0,1 mol HCl	0,2 mol HCl	0,1 mol CH ₃ COOH	0,2 mol CH ₃ COOH
0,1 mol NaOH	1.	5.	9.	11.
0,2 mol NaOH	2.	6.	10.	12.
0,1 mol NH ₃	3.	7.		
0,2 mol NH ₃	4.	8.		

2. Tuvastage, missugused segud toimivad puhverlahustena. Kirjutage vastavate segude numbrid. (1)

Kolmas ülesanne – puhverlahuste järjestamine pH kasvu järgi

Teise ülesande täitmise järel avanes õpilastele riiul, millel oli kuus 1-liitrist anumad puhverlahustega. Iga anumale oli paigutatud info, kuidas see lahus valmistatud oli. Ülesande lahendamiseks pidid õpilased järjestama need kuus puhverlahust pH kasvu järgi.

- A. 0,100 M ammoniaaki ja 0,120 M ammooniumkloriidi
 - B. 0,100 M naatriumkarbonaati ja 0,200 M naatriumvesinikkarbonaati
 - C. 0,100 M bensoehapet C₆H₅COOH ja 0,100 M kaaliumbensoaati C₆H₅COOK
 - D. 0,060 M bensoehapet ja 12,00 grammi naatriumbensoaati
 - E. 0,100 M ammoniaaki ja 2,52 grammi lämmastikhapet
 - F. 0,120 M bensoehapet ja 2,80 grammi kaaliumhüdrosiidi
3. Arvutage iga puhverlahuse pH ja näidake vastavad arvutused. Järjestage puhverlahused A–F pH kasvu järgi. (6)

Neljäs ülesanne – puhverlahuse pH muutumine

Neljandas ülesandes pidid õpilased mõõtma 500,0 ml eelmise ülesande puhverlahust C, lisama sellele 20 mmol naatriumhüdrosiidi ning prognoosima pH muutumist.

4. Arvutage saadud lahuse pH. (1)

Viies ülesanne – kindla pH-ga lahuse valmistamine

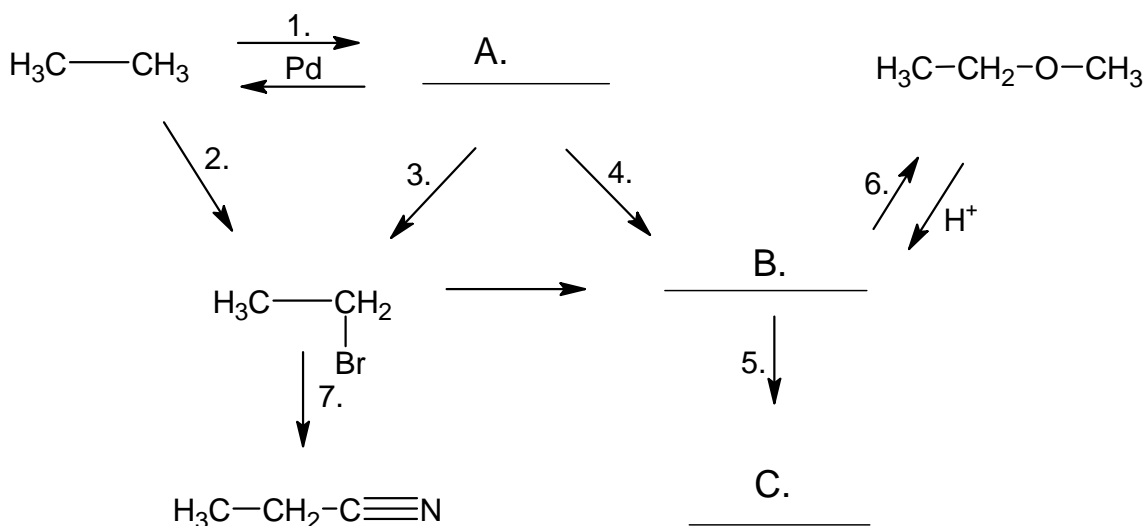
Põgenemistoast pääsemiseks tuli võtta kolmandast ülesandest 1 liiter puhverlahust A ning viia selle keskkond pH-le 9,00.

5. Mitu mooli soolhapet tuleb selleks lahusele A lisada? (1)

2. (10)

Nii nagu anorgaanilises keemias on ka orgaanilises keemias aineklassid omavahel seotud. Ühest saadud ainest toodetakse järgmist.

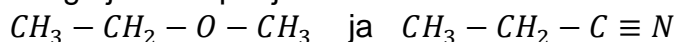
Alloleval pildil on toodud osa orgaaniliste ainete vahelistest seostest. Iga reaktsiooni kohta on allpool kirjutatud ka sõnaline selgitus.



1. Kirjutage protsesse iseloomustavad reaktsioonivõrrandid. (7)
 1. Selle reaktsiooni käigus tekib kaks saadust, millest ühe aine molaarmass on esialgselt aine 2 g/mol võrra väiksem.
 2. Selle reaktsiooni käigus toimub radikaalne asendusreaktsioon ja eraldub üks ärritava lõhnaga ja väga korrodeeriv gaasiline aine.
 3. Selle reaktsiooni käigus toimub elektrofiilne liitumisreaktsioon. Esialgse aine molaarmass suureneb 81 g/mol võrra.
 4. Selle reaktsiooni käigus toimub elektrofiilne liitumisreaktsioon, mille käigus moodustub aine **A** vees palju paremini lahustuv aine **B**, mille eest noorukeid sageli hoiatatakse. Reaktsiooni toimumiseks on vaja happelist keskkonda.
 5. Selle protsessi käigus muutub aine **B** süsiniku keskmine oksüdatsiooniaste positiivsemaks (esialgu on süsiniku keskmine oksüdatsiooniaste -2, reaktsiooni järel -1). Antud protsess toimub ka inimese organismis (näiteks: maksas). Reaktsioonivõrrandi asemel võib kirjutada ka ülemineku ühest aineklassist teise, näidates noolel muutusi esile kutsuva teguri.
 6. Selle reaktsiooni käigus reageerib osake **B** sama aineklassi esindajaga. Protsessi käigus moodustub lisaks skeemil olevale ainele madalmolekulaarne aine, mida leidub palju meis ja meie ümber.
 7. See reaktsioon on nukleofiilne asendusreaktsioon. Orgaaniline aine reageerib ühe soolaga, mille koostises on üks süsiniku ja lämmastiku aatom. Saadusainena eraldub uus sool. Selle aine sünteesimisel toimus 1979. aastal plahvatus Lõuna-Carolinas.

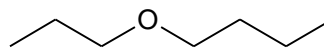
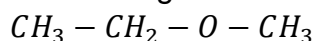
2. Koostage ainete **A-C** nimetused. (1,5)

3. Koostage juhendi põhjal nimetused ainetele (1,5)



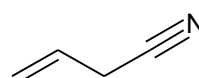
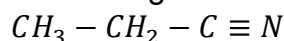
Aine nimetamiseks on mitmeid võimalusi. Palun vaadake joonist ning nimetage alltoodud ühendid. Palun kasutage nimetamisel joonisel näidatud algoritme. Jälgige seejuures, et kasutate kõiki seni õpitud teadmisi!

3.1. Koostage **kaks** sobivat nimetust ainele:



butüülpropüüleeter ehk propoksübutaan

3.2. Koostage üks sobiv nimetus ainele:



but-3-eennitril ehk 3-tsüanopropeen

3. (10)

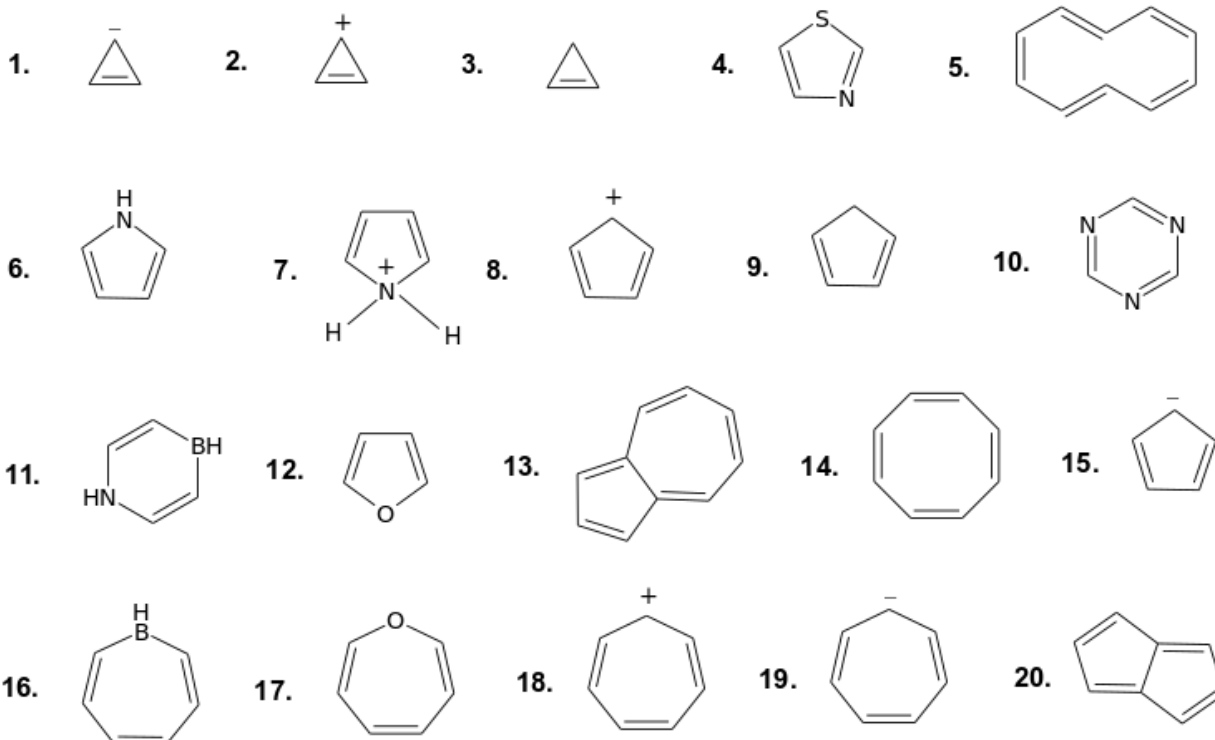
Aromaatsus – orgaaniliste ühendite omadus moodustada erilist stabiilsust, mis on seotud küllastumata sidemetega konjugeeritud tsükli moodustumisega. Selleks, et ühend oleks aromaadne, peavad olema täidetud järgnevad tingimused:

1. Struktuur peab olema tsükliline ja stabiilne.
2. Tsükkel või tsüklid peavad asetsema ühel tasapinnal ehk kõik süsiniku aatomid peavad omama sp^2 hübridisatsiooni.
3. π -elektronide koguarv tsükliks või tsüklites peab vastama Hückeli reeglile:

$$e = 4n+2, (n=0,1,2,3\dots).$$

Märkige iga ühendi / aineosakese kohta, kas see on aromaadne (+) või ei ole aromaadne (-). Kui ühend / aineosake **ei ole** aromaadne, siis **põhjendage**, miks.

(10)



4. (10)

Metalli elektrodipotentsiaal – elektromotoorjõud (EMJ), mis tekib metalli elektroodi ja standardvesinikelektroodi vahele, viimase potentsiaali loetakse nulliks. Metall elektrodipotentsiaal võib olla nii positiivne (kui metall käitub katoodina) kui negatiivne (kui metall käitub anoodina). Allolevas tabelis on toodud mõningate metallide standardsed elektrodipotentsiaalid.

Metallide standardsed elektrokeemilised potentsiaalid

Elektrood	Elektroodil kulgev poolreaktsioon	E° , V
Li ⁺ /Li	Li ⁺ + 1e = Li	-3,05
K ⁺ /K	K ⁺ + 1e = K	-2,93
Ca ²⁺ /Ca	Ca ²⁺ + 2e = Ca	-2,87
Mg ²⁺ /Mg	Mg ²⁺ + 2e = Mg	-2,36
Al ³⁺ /Al	Al ³⁺ + 3e = Al	-1,66
Zn ²⁺ /Zn	Zn ²⁺ + 2e = Zn	-0,76
Ni ²⁺ /Ni	Ni ²⁺ + 2e = Ni	-0,25
Pb ²⁺ /Pb	Pb ²⁺ + 2e = Pb	-0,13
2H ⁺ /H ₂	2H ⁺ + 2e = H ₂	0,00
Cu ²⁺ /Cu	Cu ²⁺ + 2e = Cu	+0,34
Ag ⁺ /Ag	Ag ⁺ + 1e = Ag	+0,80

1. Kasutades metallide standardseid elektrokeemilisi potentsiaale, koostage ja tasakaalustage **kõigi** võimalike reaktsioonide võrrandid, mis kulgevad allpool toodud metallide ja soolade vesilahuste vahel:
Ag, AgNO₃, LiNO₃, Mg(NO₃)₂, Zn, Zn(NO₃)₂, Pb, Pb(NO₃)₂, Ca(NO₃)₂, Cu, Cu(NO₃)₂, Ni, Ni(NO₃)₂, KNO₃, Al(NO₃)₃. (5)
2. Valige eelmisest alapunktist üks kulgenud keemiline reaktsioon ning täitke selle kohta tööülesanded ja vastake küsimustele. (4)
 - 2.1. Koostage selle keemilise reaktsiooni võrrand ioonsel kujul (pikk või lühike).
 - 2.2. Koostage kulgenud keemilise reaktsiooni elektronide üleminekuvõrrandid.
 - 2.3. Mis osake käitub redutseerijana, mis osake käitub oksüdeerijana.
 - 2.4. Mida on näha selle keemilise reaktsiooni kulgemisel?
3. Kas $E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$ võiks olla **a)** -2,71 V; **b)** -0,44 V; **c)** -0,14 V või **d)** +1,40 V? Kirjutage õige vastusevariandi täht. (1)