

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.

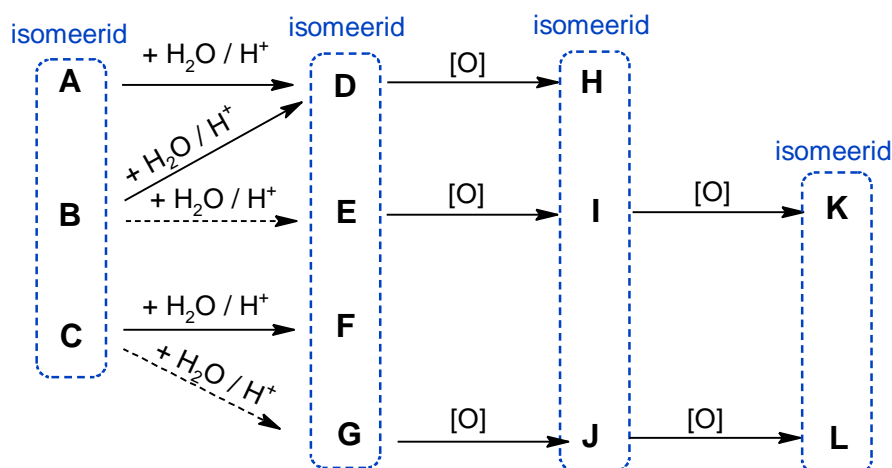
12. klass		I	II	III	IV	Σ
Õpilase nimi						
Õpetaja nimi						
KOOL						

Kasutada võib keemiliste elementide perioodilisussüsteemi tabelit, lahustuvustabelit ja kalkulaatorit.

1. (10)

Ained **A–C** on süsivesinikud molaarmassiga 56 g/mol, kusjuures neile kõigile on iseloomulik hapekatalüütiline hüdraatimine. Ka ained **D–G** on omavahel isomeerid, kusjuures ainele **F** ei ole iseloomulik anda oksüdeerumisreaktsiooni. Ainete **D, E** ja **G** oksüdeerumisel moodustuvad samuti isomeerid, kusjuures nendest oksüdeeruvad karboksüülhapeteks vaid **I** ja **J**.

Skeemil on pidevjoonega noolega näidatud peamine saadus ning katkendliku joonega noolega kõrvalsaadus.



1. Koostage ainete **A–L** struktuurivalemid ja süstemaatilised nimetused.

(6)

2. Ainetega **A–C** on isomeersed veel kaks ühendit, millele ei ole iseloomulik anda hapekatalüütilist hüdraatimist. Koostage nende struktuurivalemid ja süstemaatilised nimetused. **(1)**
3. Koostage ainete **D–G** ühe funktsiooniisomeeri struktuurivalem ja süstemaatiline nimetus. **(0,5)**
4. Ühel ainel **A–C** esineb geomeetriline isomeeria. Koostage kahe vastava isomeeri struktuurivalemid. **(0,5)**

Kodeeritavad aminohapped leutsiin ja isoleutsiin on isomeerid, mis erinevad üksteisest **metüülrühma asukoha** poolest molekulis. Nende molekulid sisaldavad 10,7% lämmastikku (massi järgi).

5. Mis on leutsiini ja isoleutsiini brutovalem? Näidake arvutustega. **(1)**
6. Koostage leutsiini ja isoleutsiini struktuurivalemid. **(1)**

2. (10)

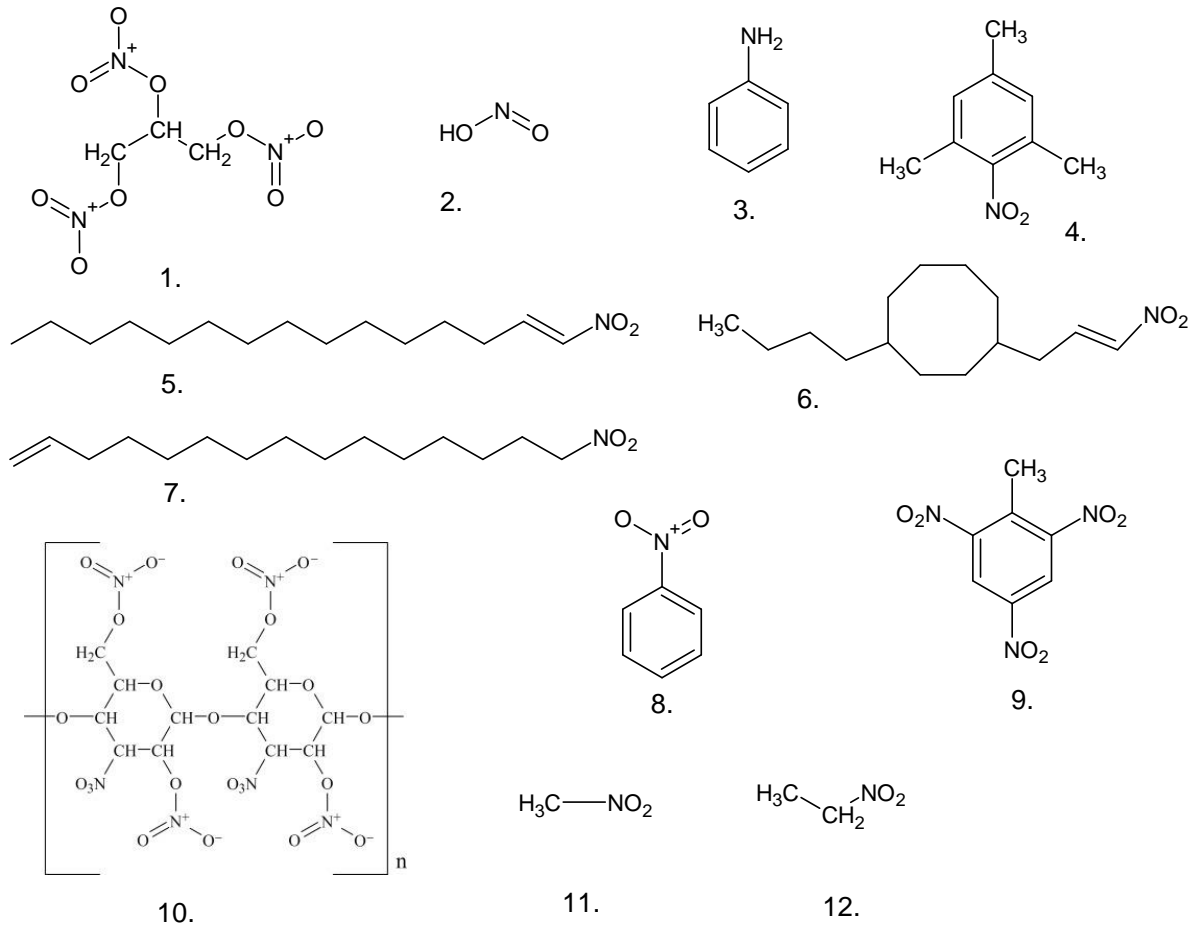
Nitreerimisreaktsioonid võivad kulgeda nii alifaatsete (need on sellised molekulid, milles ei leidu aromaatsset tuuma) kui ka aromaatsete orgaaniliste ainete molekulides.

Õpikutes kirjutatakse kõige rohkem nitrobenseenist, mis on magusa maitsega, kuid mürgine ning mõrumandli lõhnaga, lahustina kasutatav aromaatsne süsinikuühend, mida saadakse benseeni nitreerimisel. Samas on meie ümber veel mitmeid põnevaid nitroühendeid. Näiteks:

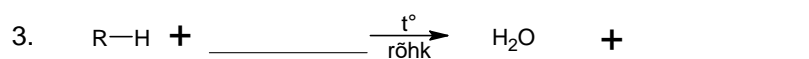
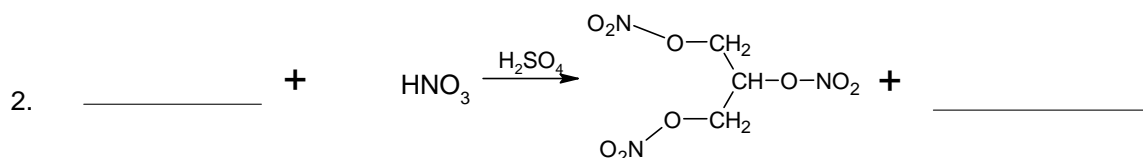
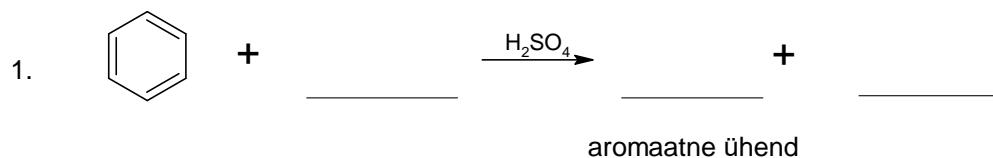
- 1) **nitrotselluloos**, mis on kergesti süttiv ning seetõttu ohtlik tselluloosi lämmastikhappe ester (tselluloos iseenesest on polümeer ning seetõttu on polümeer ka nitrotselluloos), mida leidub suitsuta püssirohu koostises. Nitrotselluloosi saadakse tselluloosi reageerimisel lämmastikhappega väävelhappe juuresolekul;
- 2) **nitroglütseriin** – see aine on pea 150 aastat olnud südamelihase veresooni laiendav kiiretoimeline ravim, mis on päästnud mitmeid inimesi infarktist, kuid leiab kasutust ka lõhkeainesegude valmistamisel, seda saadakse glütserooli (see on kolme erineva süsiniku aatomi juures asuva hüdroksüülrühmaga propaan) nitreerimisel;
- 3) **(E)-1-nitropentadets-1-een** – aine, mis on üks vähestest looduses leiduvatest mürgistest alifaatsetest nitroalkeenidest, mida sünteesivad vastase hävitamiseks termiitide pesades olevad “sõdurid”;
- 4) **nitrometaan** – on *nitrodragsterite* kütuses kasutatav orgaaniline aine, mis võimaldab kütusel põleda suhteliselt väikese õhu hulgaga, reaktsiooniks kasutatakse gaasifaasis propaani, mida nitreeritakse kõrgel temperatuuril ja rõhul lämmastikhappega. Protsessi käigus võib saada ka nitroetaani, 1-nitropropaani ja 2-nitropropaani;
- 5) **2,4,6-trinitrotolueen ehk TNT** – kristalne ja laialtkasutatav lõhkeaine, mida saadakse metüülbenseeni nitreerimisel.

1. Otsustage, milline joonisel olevatest molekulidest iseloomustab eelnevalt kirjeldatud ainete molekule. Kirjutage iga nimetuse taha sobilik number. (3)

- a) nitrobenseen
- b) nitrotselluloos
- c) nitroglütseriin
- d) (*E*)-1-nitropentadets-1-een
- e) nitrometaan
- f) 2,4,6-trinitrotolueen



2. Täiendage nitroühendite saamisreaktsioonide võrrandeid sobilike reagentide ja saadusainetega. Vajadusel tasakaalustage reaktsioonivõrrandid! (4)



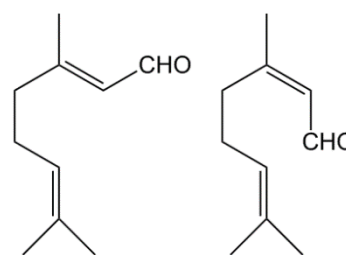
3. Otsustage, millist ülalkirjeldatud ainet on võimalik toota reaktsiooniga nr 3. Põhjendage lühidalt enda arvamust! (1)

4. Juhan soovis sünteesida 2-nitrobenseenkarboksüülhapet.

- 4.1. Kujutage 2-nitrobenseenkarboksüülhape graafiliselt. (0,5)
4.2. 2-nitrobenseenkarboksüülhappe sünteesiks oli Juhanil valida bensoehappe ja metüülbenseeni vahel. Kujutage aine, millest on võimalik sünteesida 2-nitrobenseenkarboksüülhapet, lihtsustatud struktuurivalem. (0,5)
4.3. Põhjendage, miks sobib valitud aine 2-nitrobenseenkarboksüülhappe valmistamiseks, kuid teine ainetest ei sobi. (1)

3. (10)

Tsitraal on värvusetu või helekollane tugeva sidrunilõhnaga viskoosne vedelik. Looduses esineb seda paljude taimede eeterlikes õlides, andes taimedele spetsiifilise lõhna. Looduslik tsitraal koosneb 90% geraniaalist (valem I) ja 10% neraalist (valem II).



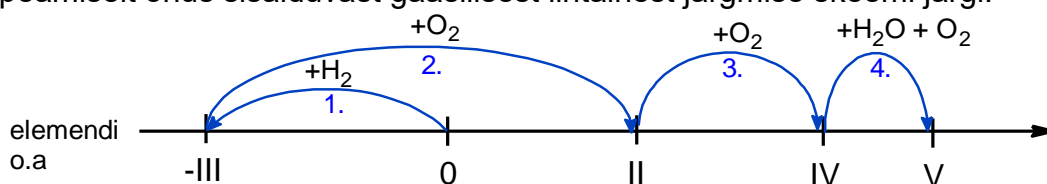
1. Nimetage aineklass, kuhu kuulub tsitraal, ning koostage tsitraali nomenklatuurne nimetus. (1,5)
2. Koostage tsitraali molekulivalem ja arvutage süsiniku aatomi keskmine oksüdatsiooniaste. (1,5)
3. Nimetage stereoisomeeria liik tsitraali molekulis ning tähistage isomeerid geraniaal (valem I) ja neraal (valem II), määrates vastavad konfiguratsioonid. (2)

4. Valige ühendid, millega tsitraal reageerib: etanool, naatrium, kaaliumpermanganaadi happeline lahus, butaan, broomivesi, rubiidium, vesinik. (Iga õige vastus annab +0,5 punkti, vale vastus -0,5 punkti, minimaalne punktisumma = 0). (2)
5. Koostage tsitraali täieliku põlemise reaktsiooni võrrand ja arvutage, mitu mooli hapnikku läheb vaja 5 mooli tsitraali täielikuks põlemiseks. (1,5)
6. Koostage järgmiste keemiliste reaktsioonide võrrandid:
 - 6.1. tsitraali reageerimine hõbe(I)oksiidiga (oksüdeerumine);
 - 6.2. tsitraali reageerimine etanooliga poolatsetaaliks (nukleofiilne liitumine);
 - 6.3. eelmises alapunktis (6.2.) moodustunud ühendi reageerimine etanooliga atsetaaliks. (1,5)

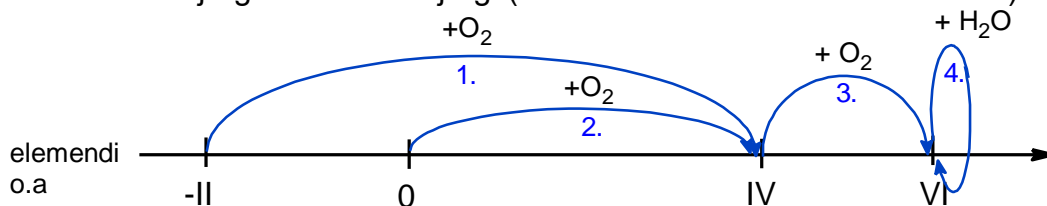
4. (10)

Esimene osa

Happed **A** ja **B** on laialt kasutatavad tugevad happed, milles mõlemas on mittemetallilise elemendi o.a maksimaalne. Hapet **A** (*aqua fortis*) valmistatakse peamiselt õhus sisalduvast gaasilisest lihtainest järgmise skeemi järgi:



Hapet **B** (*oleum vitrioli*), mida kasutatakse akuhappena, valmistatakse nii lihtainest kui ka ühenditest järgmise skeemi järgi (viimases reaktsioonis o.a ei muutu):



Happe **A** reageerimisel kollast värvi tahke mittemetalliga moodustub hape **B**, kusjuures selles keemilises reaktsioonis loovutab redutseerija kuus elektroni ja oksüdeerija liidab ühe elektroni. Hape **A** ja hape **B** reageerivad metallidega, nt tinaga. Happe **B** reageerimisel tinaga moodustunud tina(II)sool oksüdeerub happelises keskkonnas kaaliumpermanganaadi toimel tina(IV)soolaks, kusjuures mangaani o.a muutub viie ühiku võrra.

1. Koostage ja tasakaalustage nelja keemilise reaktsiooni võrrandid, mis kulgevad happe **A** saamisel lihtainest. (1)
2. Koostage ja tasakaalustage nelja keemilise reaktsiooni võrrandid, mis kulgevad happe **B** saamisel. (Sobiv lähteaine, milles vastava mittemetallilise elemendi o.a on -II, valige ise.) (1)

3. Koostage ja tasakaalustage järgmiste reaktsioonide võrrandid, toetudes ette antud skeemidele (skeemides ei ole märgitud kõiki aineid). **(4)**

- i) hape **A** + kollast värvi lihtaine → hape **B**
- ii) hape **A** + tina → tina(II)sool + ammooniumnitraat
- iii) hape **B** + tina → tina(II)sool + teravalõhnaline oksiid
- iv) tina(II)sool + kaaliumpermanganaat + väävelhape → tina(IV)sool + mangaan(II)sulfaat

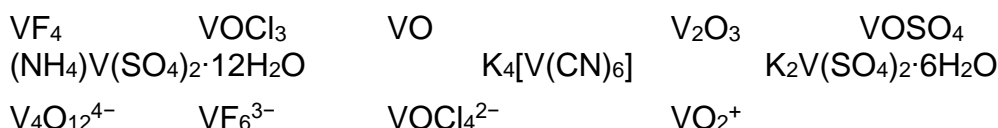
Teine osa

Vanaadiumi o.a ühendites on vahemikus II...V.

4. Määrake vanaadiumit sisaldavates ainetes ja aineosakestes vanaadiumi o.a ja paigutage valemid tabelis õigesse kohta. **(1,5)**

vanaadiumi o.a	II	III	IV	V
ained ja aineosakesed				

Ainete ja aineosakeste valemid:



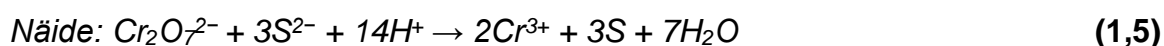
Paljud vanaadiumiühendid on värvilised, kusjuures nende värvus sõltub vanaadiumi o.a-st.

VO_2^+	VO^{2+}	V^{3+}	V^{2+}
kollane	sinine	rohekas	lilla

5. Tsingi reageerimisel VO_2^+ sisaldava (happelise) lahusega on märgatav järjestikune värvide muutus:

- i) kollane → sinine
- ii) sinine → rohekas
- iii) rohekas → lilla

Koostage ja tasakaalustage vastavate reaktsioonide võrrandid, kui igas reaktsioonis on lähteaineks vanaadiumit sisaldav osake ja Zn. Lisage reaktsioonivõrrandeid koostades vastavalt vajadusele lähteainetesse ja/või saadustesse H^+ ja/või H_2O .



Vanaadiumiühendeid sisaldava aku laadimisel kulgevad osareaktsioonid:



6. Koostage vanaadiumiühendeid sisaldava aku töötamisel kulgeva summaarse reaktsiooni võrrand. Kas V^{2+} reageerib aku töötamisel anoodil või katoodil? **(1)**