

Keemiaülesannete lahendamise lahtine võistlus

Vanem rühm (11. ja 12. klass)
Kohtla-Järve, Kuressaare, Narva, Pärnu, Tallinn ja Tartu
5. oktoober 2019

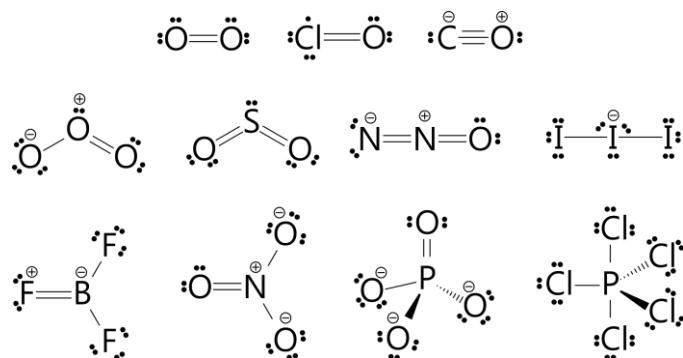
Ülesannete lahendused

1.

- a) $M(\mathbf{A}) = 3/2 \cdot 0,652 / (1 - 0,652) \cdot 16,00 \text{ g/mol} = 45,0 \text{ g/mol}$
 $\mathbf{A} = \text{Sc}$ (1)
- b) $\text{Sc} : \text{Zn} = 25,6/44,96 : (100 - 25,6)/65,38 = 0,569 : 1,138 = 1 : 2$
 ScZn_2 (1)
- c) $2\text{ScF}_3 + 3\text{Ca} + 2\text{Zn} \rightarrow \text{ScZn}_2 + 3\text{CaF}_2$. (1)
- d) $M(\mathbf{X}) = 3 \cdot 0,577 / (1 - 0,577) \cdot 17,01 \text{ g/mol} = 69,6 \text{ g/mol}$
 $\mathbf{X} = \text{Ga}$ (1)
- e) $2\text{Ga} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Ga}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2$. (1)
- f) $\text{Ga}(\text{OH})_4^- + 3\text{e}^- = \text{Ga} + 4\text{OH}^-$ (0,5)
 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (0,5)

6 p

2.



11 p

3.

- a) $\mathbf{A} = \text{K}_2\text{CrO}_4$ (1)
 $\mathbf{B} = \text{K}_2\text{WO}_4$ (1)
 $\mathbf{C} = \text{CrO}_3$ (1)
 $\mathbf{D} = \text{WO}_3$ (1)
- b) i) $\text{W} + 3\text{KNO}_3 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{WO}_4 + 3\text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; (1)
 ii) $\text{W} + 3\text{KNO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 = \text{K}_2\text{WO}_4 + 3\text{KNO}_2 + \text{CO}_2$; (1)
 iii) $\text{W} + 2\text{KO}_2 = \text{K}_2\text{WO}_4$; (1)
 iv) $\text{W} + 3\text{Ca}(\text{Cl})\text{OCl} + \text{K}_2\text{CO}_3 = \text{K}_2\text{WO}_4 + 3\text{CaCl}_2 + \text{CO}_2$; (1)
 v) $\text{W} + 6\text{KMnO}_4 + 4\text{K}_2\text{CO}_3 = \text{K}_2\text{WO}_4 + 6\text{K}_2\text{MnO}_4 + 4\text{CO}_2$. (1)

9 p

4.

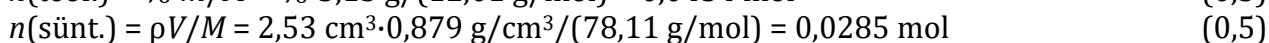
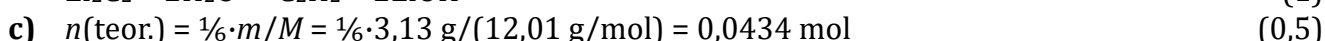
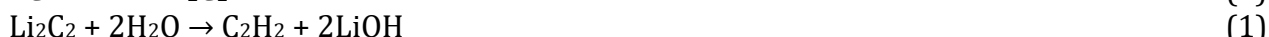
- a) Kaur: $5,0 \text{ km} / (4,8 \text{ km/h}) \cdot 60 \text{ min/h} = 62,5 \text{ min}$ (0,5)
 Jasper: $5,0 \text{ km} / (15 \text{ km/h}) \cdot 60 \text{ min/h} = 20 \text{ min}$ (0,5)
 Sander: $5,0 \text{ km} / (45 \text{ km/h}) \cdot 60 \text{ min/h} = \mathbf{6,7 \text{ min}}$ (Sander jõuab esimesena) (0,5)
- b) Kaur: $78 \text{ €} / 7/7200 \text{ kJ} \cdot 62,5 \text{ min} \cdot 17 \text{ kJ/min} = 1,64 \text{ €}$ (1)
 Jasper: $0,5 \text{ €} + 20 \cdot 0,1 \text{ €} = 2,50 \text{ €}$ (1)
 Sander: $5,0 \text{ km} \cdot 0,045 \text{ L/km} \cdot 1,36 \text{ €}/\text{L} = \mathbf{0,31 \text{ €}}$ (Sanderil kulub kõige vähem raha) (1)



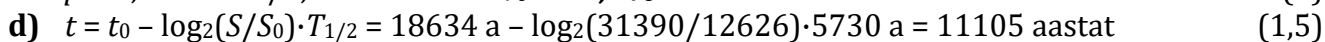
- d) Kaur genereerib külaskäigu tegemiseks kõige vähem CO₂.
 Kaur: $17 \text{ kJ/min} \cdot 62,5 \text{ min} / (17 \text{ kJ/g}) / (30 \text{ g/mol}) = \mathbf{2,1 \text{ mol}}$ (olgu $k = l$) (1)
 Jasper: $170 \text{ J/s} \cdot (20 \text{ min} \cdot 60 \text{ s/min}) / (8,3 \text{ MJ/kg}) / (13 \text{ g/mol}) / 0,18 = 11 \text{ mol}$ (1)
 Sander: $5,0 \text{ km} \cdot 0,045 \text{ L/km} \cdot 0,71 \text{ g/cm}^3 / (14 \text{ g/mol}) = 11 \text{ mol}$ (olgu $2n+2 \approx 2n$) (1)

9 p

5.



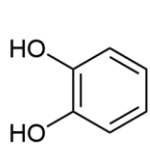
$p = 0,0285 \text{ mol} / 0,0434 \text{ mol} \cdot 100\% = \mathbf{65,7\%}$ (1)



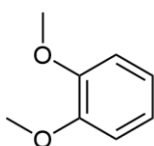
Mõõtmise järgi oli proovis sisalduv süsinik tasakaalus atmosfääris leiduva süsinikuga 11105 aastat tagasi (9086 a eKr), mis langeb kokku varasemate tulemustega. (0,5)

9 p

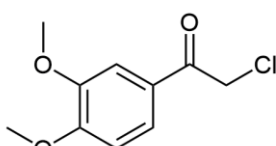
6.



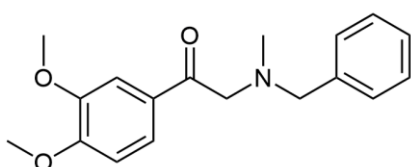
A



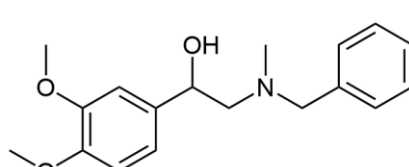
B



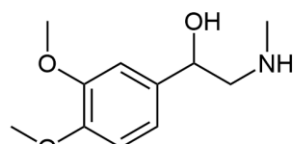
C



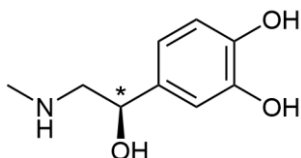
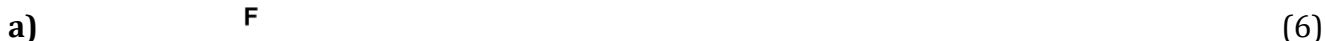
D

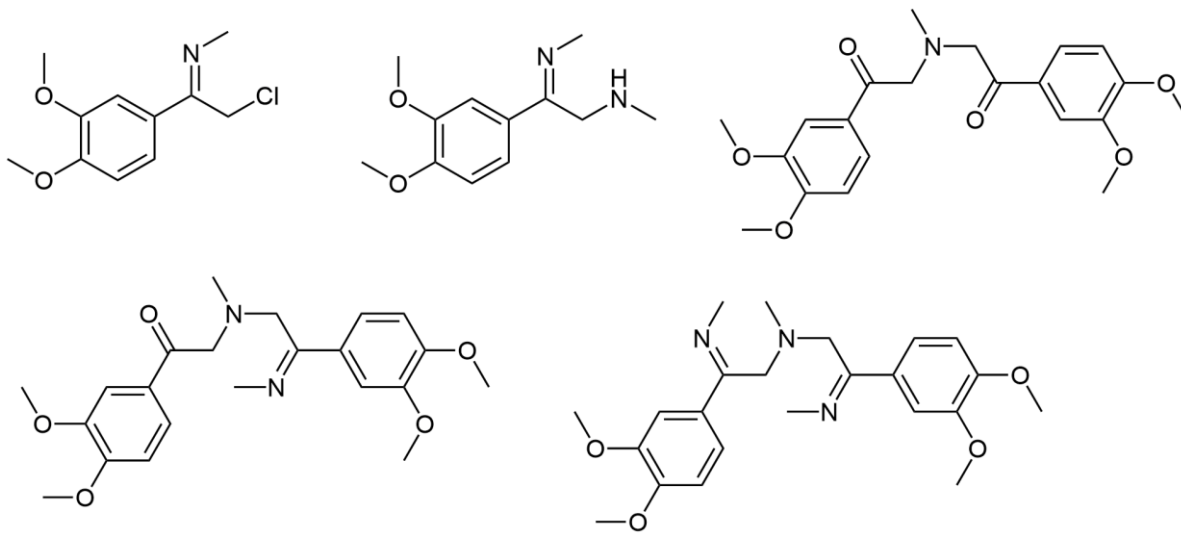


E



F

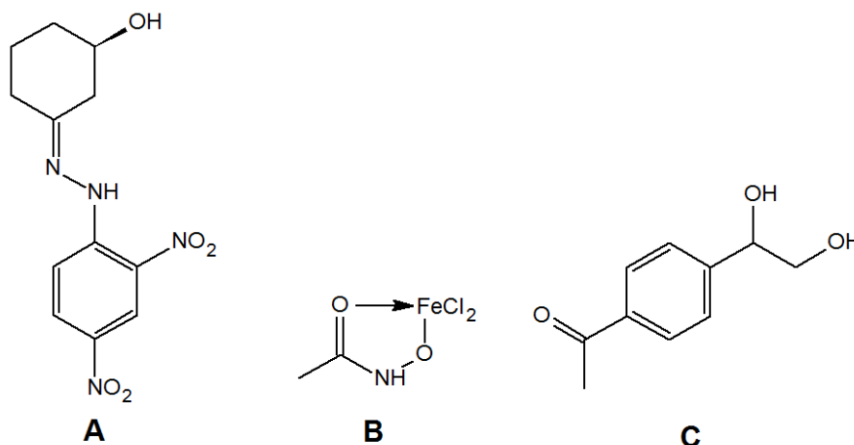




(2)
10 p

7.
a)

(3,5)



b)

(10,5)

Katseklaasi nr	I	II	III	IV	V	VI	VII
Ühend	2	9	4	13	14	6	5

NB! Alljärgnev lahenduskäik on põhjalik. Täispunktid antakse ka lihtsama selgituse eest, piisab testide ja funktsionaalrühmade vahel seoste loomisest.

Järgmised faktid tulevad ülesande lahendamisel kasuks, kuid need pole eeldused ülesande edukaks lahendamiseks. Samade järeldusteni on võimalik jõuda loogika ja testide tulemuste tabeli abil. Abiks on ka üldised teadmised orgaanilisest keemiast (nt fakt, et aromaatsete tsüklite ja kaksiksidemete reaktiivsus on erinev).

- 2,4-DNPH test annab positiivse tulemuse ainult aldehüüdide ja ketoonidega.
- Baeyeri test ei anna positiivset tulemust benseenituuma kordsete sidemetega.
- CAN test annab positiivse tulemuse nii fenoolide kui ka alkoholidega.

Tabelit analüüsid võib märgata, et ühendid katseklaasides I, II, IV ja VII annavad positiivse tulemuse 2,4-DNPH testil, kuid vaid I ja VII annavad positiivse tulemuse Tollensi testil. Järelikult katseklaasides II ja IV on ketoonid ja katseklaasides I ning VII aldehüüdid. Kuna I annab Baeyeri testil positiivse tulemuse, on antud ühendil lisaks aldehüüdrühmale ka kaksikside. Kuna VII annab positiivse tulemuse CAN testil, on antud ühendil lisaks aldehüüdrühmale ka hüdroksüülrühm. Etteantud ühendeid analüüsid on selge, et katseklaasis I peab olema **ühend 2** ning katseklaasis VII **ühend 5**.

Tabelist võib välja lugeda, et katseklaasis II on ühend, kus on tuvastatavatest funktsionaalrühmadest vaid ketorühm. Järelikult on tegemist **ühendiga 9**. Ketoon katseklaasis IV peab sisaldama ka kaksiksidet, järelikult sobib **ühend 13**.

Edasi näeme, et katseklaasis III on ühend, milles sisaldub kaksikside ja hüdroksüülrühm ning katseklaasis V on hüdroksüülrühma sisaldav ester. Välistamise meetodiga võib etteantud ühendite seast leida, et katseklaasides III ja V saavad vastavalt olla vaid **ühendid 4 ja 14**.

Järele jääb veel katseklaas VI, kus peab olema kaksiksidet sisaldav ester. Selline molekul saab olla ainult **ühend 6**.

14 p

8.



b) Algse segamise ja hilisema lisamise tulemusena oli segus kokku polüooli A

$m(A) = 6000 \text{ kg} \cdot 0,16 + 380 \text{ kg} = \mathbf{1340 \text{ kg}}$ (1)

Et algne retsept oleks õige, peab kogu segu mass olema

$m(\text{segu}) = 1340 \text{ kg} / 0,16 = \mathbf{8375 \text{ kg}}$ (0,5)

c) $m(B) = 0,23[m(\text{segu}) - 6000 \text{ kg}] \approx 546 \text{ kg}$ (0,5)

$m(\text{täit.}) = 0,19[m(\text{segu}) - 6000 \text{ kg}] \approx 451 \text{ kg}$ (0,5)

$m(\text{plast.}) = 0,37[m(\text{segu}) - 6000 \text{ kg}] \approx 879 \text{ kg}$ (0,5)

$m(\text{stab.}) = 0,04[m(\text{segu}) - 6000 \text{ kg}] \approx 95 \text{ kg}$ (0,5)

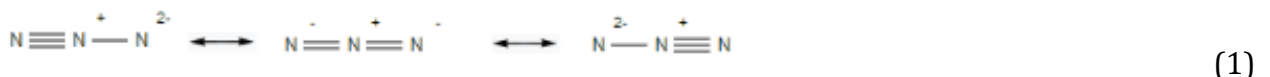
$m(\text{kat.}) = 0,01[m(\text{segu}) - 6000 \text{ kg}] - 8 \text{ kg} \approx 16 \text{ kg}$ (0,5)

d) Võimalikud vastused: (2)

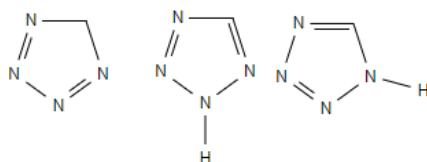
- Gaasid tekitavad pudelisse rõhku, et vahtu väljuks ventiili avades pudelist.
- Peale vahu laskmist gaasid aurustuvad, mille tõttu vaht paisub ja tekib parem soojusisolatsioon.
- Gaasid toimivad lahustina. Diisotsüanaadi ja blendi reaktsiooni käigus tekib kõrge molekulaarmassiga polümeer, mis tavatingimustel oleks tahke, kuid vahu laskmiseks peab prepolümeer vedelas olekus olema.

9 p

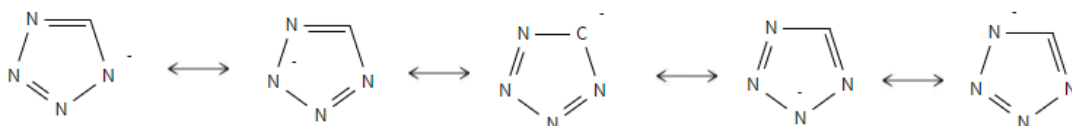
9.

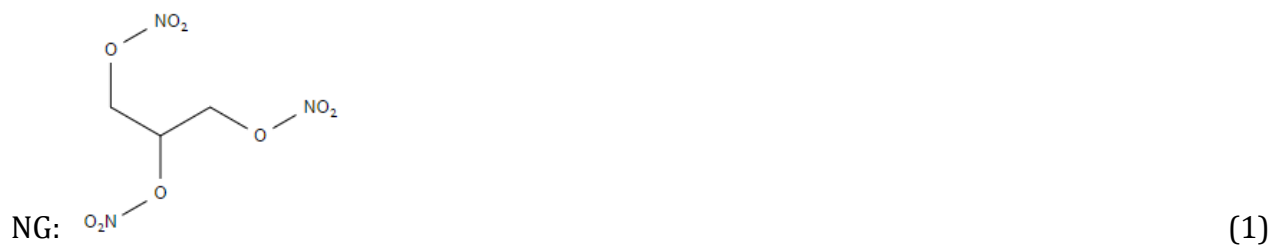


b) (1)



c) (1)





- e) TNT on aromaatne molekul ja -NO₂ rühma elektronid on delokaliseeritud (resonantsstruktuurid) aromaatses tuumas. Resonantsi tõttu molekuli energia langeb TNT on suhteliselt mittepolaarne molekul (sest et -NO₂ rühmade dipoolide summa on 0), seega laeng on ühtlaselt molekulis jaotunud TNT molekulis pole N-N sidemeid, millest võib kergesti tekkida N₂. (1)

f) $m(\text{TNT}) = 5 \text{ MJ} / (4184 \text{ J/g}) = 1,2 \text{ kg}$ (1)

13 p