

KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

Vanem rühm

Tallinn, Tartu, Pärnu, Kuressaare, Narva ja Kohtla-Järve

8. november 2014

1. Radoon on looduslik radioaktiivne gaas, mis võib inimese tervisele olla nii kasulik kui ka ohtlik sõltuvalt kontsentratsioonist. Euroopa Liidus (EL) kehtestatud piirnormi järgi ei tohi hoones radoonist tingitud radioaktiivsus ületada 200 Bq/m^3 (1 Bq = 1 lagunemine sekundis). ^{222}Rn poolestusaeg ($T_{1/2}$) on 3,82 päeva. Valemid $N = N_0 \cdot 2^{-t/T_{1/2}}$ ning $a \approx N \cdot \ln(2)/T_{1/2}$ kirjeldavad radioaktiivset lagunemist; N on radioaktiivsete tuumade arv ajahetkel t ja N_0 ajahetkel 0, a on lagunemise kiirus (Bq-des) ning $\ln(2) = 0,693$.

a) Arvutage radooni lagunemise kiirus ühes Eesti hoones, mille pindala on 75 m^2 ja kõrgus 2,5 m ning ^{222}Rn tingitud radioaktiivsus on 96 Bq/m^3 .

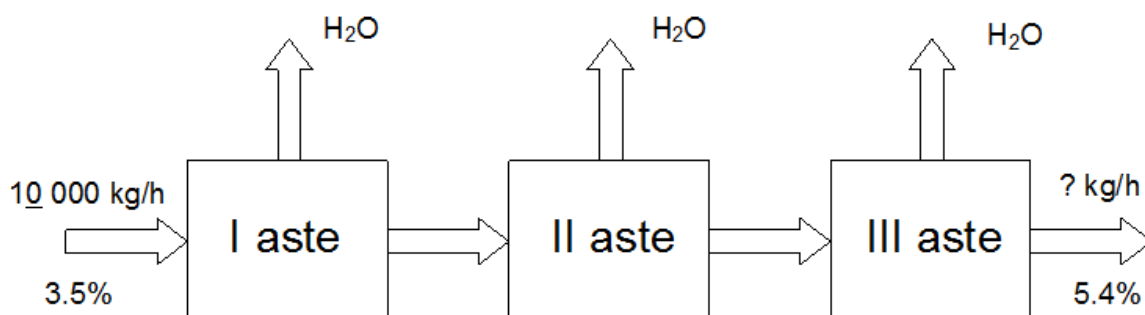
b) Arvutage ^{222}Rn osakeste hulk hoones.

c) Arvutage, mitu protsenti hoones olevatest ^{222}Rn osakestest on alles peale 4 ööpäeva möödumist. Eeldage, et ^{222}Rn hoonesse juurde ei tule.

d) Arvutage, millise aja jooksul radioaktiivsuse tase hoones langeks EL piirnormist 95 Bq/m^3 tasemele. Eeldage, et ^{222}Rn hoonesse juurde ei tule.

e) Mis on ^{222}Rn lagunemise pea produkt, kui lisaks sellele eraldub ^4He ? (8)

2. Üks võimalikest lahendustest lahuste kontsentratsiooni tõstmiseks on mitmeastmeline auruti. Järgmine skeem kirjeldab kolmeastmelise auruti, mida kasutatakse mereveest (3,5% NaCl massi järgi) soolavaba vee tootmiseks.



Süsteemi lisatakse merevett kiirusega $m = 10000 \text{ kg/h}$. Iga astmega aurustatakse keskmiselt sama kogus vett. Peale protsessi läbimist on NaCl kontsentratsioon väljavooluvees 5,4%.

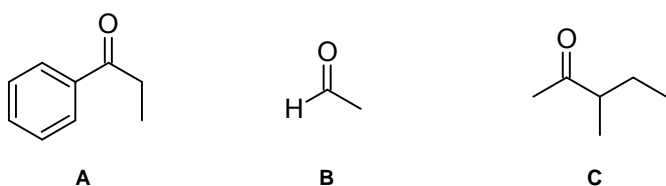
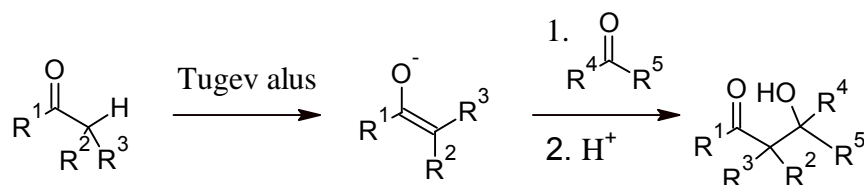
a) Arvutage, kui palju vett aurustatakse igas astmes.

b) Arvutage NaCl sisaldus peale protsessi esimese ja teise astme läbimist.

c) Arvutage NaCl sisaldus mooliprotsentides peale kolmanda astme läbimist.

d) Kuidas saaks süsteemist eralduvat auru ära kasutada nii, et kogu protsess muutuks efektiivsemaks? (10)

3. Aldoolkondensatsioon on orgaanilises sünteesis laialdaselt kasutusel olev tehnika süsinik–süsinik sideme ning uute stereotsentrite saamiseks. Aldoolkondensatsioonis töödeldakse kõigepealt üht karbonüülühendit tugeva alusega ning saadud enolaat reageerib seejärel teise karbonüülühendiga. R^{1-5} = alküül, arüül, H.



a) Reastage järgmised alused tugevuse järjekorras alustades tugevaimast: CH_3COOLi , LiNH_2 , $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{Li}$, $(\text{CH}_3)_3\text{COLi}$, NH_3 .

b) Joonistage struktuurvalemid enolaatanioonidest, mis tekkivad ühenditest **A–C** töötlemisel tugeva alusega.

c) Joonistage struktuurvalemid stereookeemiliste detailidega kõikidest produktidest, mis tekivad kui ühendit **C** töödeldakse tugeva alusega ning seejärel saadud enolaat pannakse reageerima ühendiga **A**. (11)

4. 20 cm pikkune alumiiniumsilinder viidi ZnSO_4 vesilahusesse, kus Zn elektrosadestati detailile 2,0 h jooksul.

| Reaktsioon | E^0 (V) |
|---|-----------|
| $\text{Cd}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Cd}$ | -0,40 |
| $\text{Co}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Co}$ | -0,28 |
| $\text{Pb}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Pb}$ | -0,13 |
| $\text{Hg}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Hg}$ | +0,85 |

a) Kirjutage anood- ja katoodreaktsioon ning summaarne reaktsioon, kui anood on inertne.

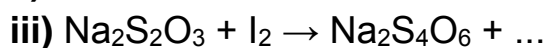
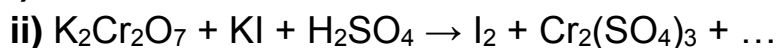
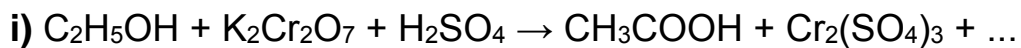
b) Arvutage elektrosadestatud Zn kihi paksus. Silindri algne diameeter oli 2,0 cm, voolutugevus 2,0 A ja Zn tihedus $7,14 \text{ g/cm}^3$ ($F = 96485 \text{ s}\cdot\text{A/mol}$, $I\cdot t = n\cdot z\cdot F$).

c) Kui lahus sisaldab Cd^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} ja Co^{2+} ioone, siis millises järjekorras hakkavad metallid sadenema, kui rakendatavat pinget järkjärgult alandatakse. (10)

5. Keemik Taavil tekkis küsimus vanaisa poolt tehtud õunabrändi etanoolisisalduse kohta. Nimelt huvitas teda, kui täpselt suudab vanaisa maitse järgi määrata etanooli kontsentratsiooni lahuses. Taavi võttis kodust kaasa pudeli vanaisa õunabrändit ning läks keemialaborisse katset tegema. Ta otsustas

määrata alkoholi kontsentratsiooni brändis etanooli redokstiitrimise meetodil. Selleks võttis ta 10,00 cm³ ($\rho = 0,923 \text{ g/cm}^3$) vanaisa brändit, destilleeris sellest välja etanooli ning kandis etanooli kvantitatiivselt 100,00 cm³ mõõtkolbi, mille täitis destilleeritud veega märgini. Siis võttis ta kolvist 10,00 cm³ proovi ja lisas sellele 18,00 cm³ 0,6720 M K₂Cr₂O₇ väävelhappega hapestatud lahust ning jättis selle üleöö sooja seisma. Järgmisel hommikul, kui reaktsioon oli lõpuni läinud, lisas Taavi lahusele KI. Eraldunud joodi määramiseks kasutas ta tärglist ning tiitrimiseks kulus 37,52 cm³ 0,652 M Na₂S₂O₃ lahust.

a) Lõpetage ja tasakaalustage reaktsioonivõrrandid:



b) Arvutage etanooli massiprotsendiline sisaldus brändis.

(11)

6. Lohe Hambutu sööb vetikaid mis sisaldavad metaani, mida ta kasutab kivide muundamisel laavaks. Lohetaltsutaja Kokutis püstitas küsimuse – milline teise ja kolmanda perioodi mittemetallide vesinikühenditest (**A–H**) annab põlemisel enim soojust? Ta leidis muistsetes vikikeemikute ruunides kirja pandud sideme energia väärtused (kJ/mol), kuid ei osanud oma küsimusele vastust leida.

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| B–H | C–H | Si–H | P–H | O–H | B–O | C=O | Si–O | P–O | P=O | O=O |
| 314 | 411 | 318 | 322 | 459 | 536 | 799 | 452 | 335 | 544 | 494 |

a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **A)** $\text{B}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3$, **B)** $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CO}_2$, **C)** $\text{SiH}_4 \rightarrow \text{SiO}_2$, **D)** $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2$, **E)** $\text{PH}_3 \rightarrow \text{P}_4\text{O}_{10}$, **F)** $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2$, **G)** $\text{HF} \rightarrow \text{F}_2$, **H)** $\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2$.

b) Joonistage B₂H₆, CH₄, NH₃ ja H₃PO₄ graafilised struktuurid.

c) Arvutage ühendite **A–C** ja **E** ühe mooli põlemisel eralduv soojushulk.

d) Millised ühenditest **A–H** ei põle, ning millised sütvad iseeneslikult?

e) Kas Te soovitate Kokutisel kasutada mõnda teist vesinikühendit, et parandada oma lohe Hambutu tekitatava laava kvaliteeti? Miks?

(10)