

2023/24. õa keemiaolümpiaadi lõppvoor
9. ja 10. klass
Lahendused ja hindamisskeem

1. Tundmatu komplekssool. Autor: Andreas Päkk

(10 p)

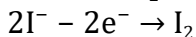
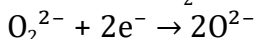
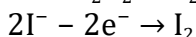
Allikas: [https://doi.org/10.1016/S0165-2370\(99\)00074-1](https://doi.org/10.1016/S0165-2370(99)00074-1)

- a) $x = [M(\text{hüdraat}) \cdot (1 - 0,8901)] / M(\text{H}_2\text{O}) = 3$ (1)
- b) $M(\text{A}) = M(\text{hüdraat}) \cdot 0,8901 = 437,2 \text{ mg mmol}^{-1}$
 $M(\text{X}) = M(\text{A}) - 3 \cdot [M(\text{K}) + M(\text{C}_2\text{O}_4)] = 55,85 \text{ mg mmol}^{-1}$
 $\text{X} = \text{Fe}$ (0,5)
 $\text{A} = \text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ (0,5)
- c) $m(\text{A}) = m(\text{B}) + m(\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4) + m(\text{CO}_2)$
 $m(\text{A}) = 15,78 \text{ mg} + 4,230 \text{ mg} + 25 \text{ mg} \cdot (0,8901 - 0,8005) = 22,25 \text{ mg}$
 $m(\text{A})/m(\text{B}) = M(\text{A})/M(\text{B})$
 $M(\text{B}) = m(\text{B}) \cdot M(\text{A})/m(\text{A}) = 310,1 \text{ mg mmol}^{-1}$
 $M(\text{A}) - M(\text{B}) = M(\text{K}) + M(\text{C}_2\text{O}_4) = 127,1 \text{ mg mmol}^{-1}$
 $\text{B} = \text{K}_2[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$ (1)
- d) $2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \rightarrow 2\text{K}_2[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] + \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{CO}_2\uparrow$ (1)
- e) Nii karbiidid kui ka oksiidid on binaarsed ühendid, mistõttu kirjeldavad ühendeid **C** ja **D** valemid X_nC_m ning X_nO_m .
 $M(\text{X}) = m/n \cdot w(\text{X})/w(\text{C}) \cdot 12,01 \text{ g mol}^{-1} = 167,7 \cdot m/n \text{ g mol}^{-1}$
 $55,85 \text{ g mol}^{-1} = 167,7 \cdot m/n \text{ g mol}^{-1}$, kust $m/n = 1/3$
 $\text{C} = \text{Fe}_3\text{C}$ (1)
 $M(\text{X}) = m/n \cdot w(\text{X})/w(\text{O}) \cdot 16,00 \text{ g mol}^{-1} = 37,23 \cdot m/n \text{ g mol}^{-1}$
 $55,85 \text{ g mol}^{-1} = 37,23 \cdot m/n \text{ g mol}^{-1}$, kust $m/n = 3/2$
 $\text{D} = \text{Fe}_2\text{O}_3$ (1)
- f) $13\text{K}_2[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] \rightarrow 13\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 3\text{Fe}_3\text{C} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 23\text{CO}_2\uparrow$ (1)
 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}\uparrow$ (1)
- g) Kehtib seos $m/M = V/V_m$, kust $V = m \cdot V_m/M$
 $V(\text{CO}_2) = [25 \text{ mg} \cdot (0,8901 - 0,6420) \cdot V_m]/M(\text{CO}_2) = 3,160 \text{ cm}^3$ (1)
 $V(\text{CO}) = [25 \text{ mg} \cdot (0,6420 - 0,5565) \cdot V_m]/M(\text{CO}) = 1,710 \text{ cm}^3$ (1)
 $V_{\text{gaas}} = V(\text{CO}_2) + V(\text{CO}) = 4,870 \text{ cm}^3$

2. Joodiühendid. Autor: Liisa Tafenau

(10 p)

- a) Olgu **A** HIO_x ja **B** HIO_y
 $M(\text{A}) = 126,9 \text{ g mol}^{-1} \cdot 100\%/72,14\% = 175,9 \text{ g mol}^{-1}$
 $x = (175,9 \text{ g mol}^{-1} - 1,008 \text{ g mol}^{-1} - 126,9 \text{ g mol}^{-1})/16,00 \text{ g mol}^{-1} = 3$
 $M(\text{B}) = 126,9 \text{ g mol}^{-1} \cdot 100\%/88,19\% = 143,9 \text{ g mol}^{-1}$
 $y = (143,9 \text{ g mol}^{-1} - 1,008 \text{ g mol}^{-1} - 126,9 \text{ g mol}^{-1})/16,00 \text{ g mol}^{-1} = 1$
A – HIO_3 ja **B** – HIO (2×1)
- b) **A** – joodhape (0,5)
B – hüpojoodishape (0,5)
C – dijoodpentaoksiid (0,5)
D – vesinikjodiid(hape) (0,5)
- c) 1. $2\text{HIO}_3 \rightarrow \text{I}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ (1)
2. $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HIO} + \text{HI}$ (1)
3. $\text{PI}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{HI} + \text{H}_3\text{PO}_3$ (1)
4. $\text{HI} + \text{KOH} \rightarrow \text{KI} + \text{H}_2\text{O}$ (1)
- d) Hindamine: korrektselt esitatud reaktsioonivõrrandite, kuid elektronbilansi võrrandite mittenäitamise eest 0,5 p.



3. Tagajärgedega toit. Autor: Verner Säask

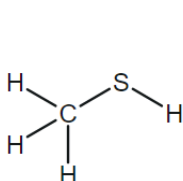
(7 p)

Allikad:

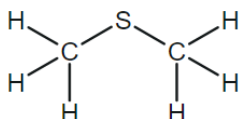
- A. Brunning, Why Does Asparagus Make Your Wee Smell? And 57 other curious food and drink questions, Orion, London, 2015, p. 36.
<https://www.hse.gov.uk/offshore/infosheets/is6-2009.htm>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10525899/>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8260034/>

a) Hindamine: iga korrektset joonistatud struktuuri eest 0,5 p.

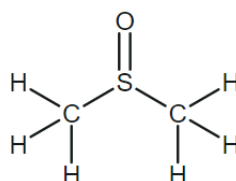
(4×0,5)



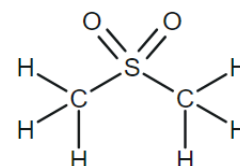
A



B



C



D

b) CH_3SH , $(\text{CH}_3)_2\text{S}$, $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$, $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_2$

(4×0,5)

c) Hindamine: 2 p korrektse vastusevariandi (ühend B) esitamise eest ka juhul, kui vastuseni on jõutud alltoodust erineva arvutusliku lahenduskäigu abil.

1 cm³ ühendite lahuses kontsentratsiooniga 0,100 mol·dm⁻³ on vastavalt:

$$x(\text{A}) = x(\text{B}) = x(\text{H}_2\text{S}) = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} / 1000 \text{ dm}^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 6,02 \cdot 10^{19} \text{ molekuli} \quad (1)$$

A, B ning H₂S lõhnade tugevus on pöördvõrdeline nende tuvastamispiiriga, järelikult:

$$\text{A} = 6,02 \cdot 10^{19} / 1,5 = 4,013 \cdot 10^{19}$$

$$\text{B} = 6,02 \cdot 10^{19} / 0,16 = 3,763 \cdot 10^{20}$$

$$\text{H}_2\text{S} = 6,02 \cdot 10^{19} / 4,7 = 1,281 \cdot 10^{19}$$

Ühendi B lõhn on umbes $3,763 \cdot 10^{20} / 4,013 \cdot 10^{19} \approx 10$ korda tugevam kui ühendil A ning

umbes $3,763 \cdot 10^{20} / 1,281 \cdot 10^{19} \approx 30$ korda tugevam kui divesiniksulfiidil. (1)

d) Labori õhus leiduvate gaaside koguhulk: $200 \text{ m}^3 / 0,0245 \text{ m}^3 / (\text{m}^3 \text{ mol}^{-1}) = 8163 \text{ mol}$

Väevliühendite osakaal labori õhus: $n(\text{A}) = n(\text{B}) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,1 \text{ mmol}$

$c(\text{A}) = c(\text{B}) = c(\text{H}_2\text{S}) = 0,0001 / 8163 = 12,3 \cdot 10^{-9}$ ehk **12,3 ppb**, mis on piisav, et labor lõhnaks väevliühendite järele. (1)

4. "Kofeiinivaba" kohv. Autor: Verner Säask

(9 p)

Allikas: <https://www.hindawi.com/journals/jchem/2017/6435086/>

a) Leiame iga elemendi massi:

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,9229 \text{ dm}^3 / 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 0,0412 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n(\text{N}) = 2 \cdot n(\text{N}_2) = 2 \cdot 0,2307 \text{ dm}^3 / 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 0,0206 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,4639 \text{ g} / 18,016 \text{ g mol}^{-1} = 0,0515 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$m(\text{O}) = m(\text{kofeiin}) - m(\text{C}) - m(\text{H}) - m(\text{N}) = m(\text{kofeiin}) - n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) - n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) - n(\text{N}) \cdot M(\text{N})$$

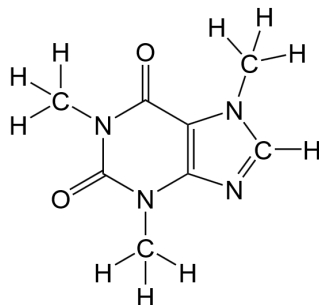
$$m(\text{O}) = 0,1647 \text{ g}$$

$$n(\text{O}) = 0,1647 \text{ g} / 16,00 \text{ g mol}^{-1} = 0,0103 \text{ mol} \quad (0,5)$$

Elementide suhe on vastavalt:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = 0,0412 : 0,0515 : 0,0206 : 0,0103 = 4 : 5 : 2 : 1 \quad (1)$$

- b) Hindamine: õigesti paigutatud C aatomite eest kokku 0,5 p; õigesti paigutatud N aatomite eest kokku 0,5 p; õigesti paigutatud O aatomite eest kokku 0,5 p. (3×0,5)



- c) Sisuliselt sobib molaarse neeldumisteguri arvutamiseks iga kalibreerimisgraafiku punkt. Võtame näiteks lahuse **L3**, mille puhul $A \approx 0,5$ ja $c \approx 41 \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Kui $l = 1 \text{ cm}$, siis:
 $\varepsilon = A/(c \cdot l) = 0,5/(41 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 1 \text{ cm}) \approx \mathbf{12200 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}}$ (1)
 Teisalt saab kasutada graafikul toodud tõusu a väärtust ning läbi viia sobiva teisenduse:
 $\varepsilon = a = 0,012 \text{ dm}^3 \mu\text{mol}^{-1} \text{ cm}^{-1} \cdot 10^6 \mu\text{mol}/1 \text{ mol} = 12000 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
- d) Kasutades saadud ε väärtust ja teades, et $A = 0,3917$, saab leida kofeiini kontsentratsiooni:
 $c = A/(\varepsilon \cdot l) = 0,3917/(12200 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1} \cdot 1 \text{ cm}) \approx \mathbf{32 \mu\text{mol dm}^{-3}}$ (1)
 Kasutades lineaarvõrrandit $y = ax + b$, avaldub kofeiini kontsentratsioon järgmiselt:
 $c = x = (y - b)/a = (0,3917 - 0,0048)/0,012 \approx 32 \mu\text{mol dm}^{-3}$
- e) Andrease kohvitassis sisalduva kofeiini moolide arv:
 $n(\text{kofeiin}) = 32 \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,200 \text{ dm}^3 = 6,4 \mu\text{mol}$ (1)
 Arvestades, et $M(\text{kofeiin}) = 194 \text{ g mol}^{-1}$, saab leida kofeiini massi:
 $m(\text{kofeiin}) = 6,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 194 \text{ g mol}^{-1} \cdot 1000 \text{ mg/g} = 1,2 \text{ mg}$ (0,5)
 Pidamaks kohvitassi ruumalaga 200 cm^3 kofeiinivabaks, peab selle kofeiini sisaldus olema vähem kui $40 \cdot 0,03 \cdot 2 \text{ mg} = 2,4 \text{ mg}$ (0,5)
 Järelikult **saab** Andrease kohvi antud tulemuse põhjal kofeiinivabaks pidada.
- f) Kohvi spektrofotomeetrilisel neeldumise mõõtmisel võivad lisaks kofeiinile ka mõned muud ained antud lainepikkusel (272 nm) valgust neelata. Samuti põhjustavad mõõtmistulemuste ebatäpsust ka filtreerimata lahuses esinevad tahked osakesed (kohvipuru jms). (0,5)

5. Karl-Fischeri tiitrimine. Autor: Andreas Päkk

(8 p)

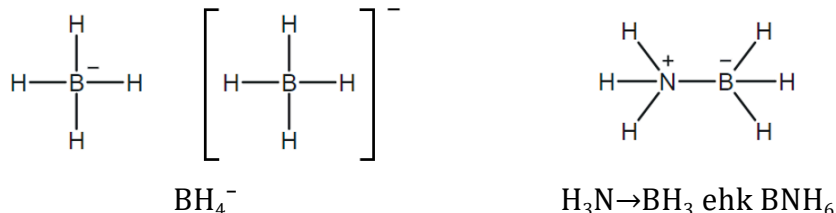
Allikas: http://metrohmsiam.com/foodlab/FL_38/Monograph_WaterDeterminationKF.pdf

- a) Hindamine: ebakorrektselt esitatud poolreaktsiooni eest 0 p.
 Oksüdeerija – jood (I_2); redutseerija – sulfitioon (SO_3^{2-}) või metüülsulfitioon (CH_3SO_3^-)
 $\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$ (1)
 $\text{SO}_3^{2-} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ ($\text{CH}_3\text{SO}_3^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{SO}_4^-$) (1)
- b) $m(\text{I}_2)/M(\text{I}_2) : m(\text{SO}_2)/M(\text{SO}_2) : m(\text{Py})/M(\text{Py}) = 0,20 : 0,60 : 2,0 = \mathbf{1 : 3 : 10}$ (1,5)
- c) Jood ja vesi reageerivad suhtes 1 : 1, seega $n(\text{I}_2) = n(\text{H}_2\text{O})$
 $m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{I}_2) \cdot M(\text{H}_2\text{O})/V_{\text{titrant}} = (0,20 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g mol}^{-1})/1000 \text{ cm}^3 = \mathbf{3,600 \text{ mg cm}^{-3}}$ (1)
- d) $m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{standard}} \cdot w(\text{H}_2\text{O})/V_{\text{titrant}} = (90 \text{ mg} \cdot 0,1565)/4,0 \text{ cm}^3 = \mathbf{3,520 \text{ mg cm}^{-3}}$ (1)
- e) Hindamine: korrektse massiarvutuse eest 1 p, protsentarvutuse eest 0,5 p.
 $w(\text{H}_2\text{O}) = 3,520 \text{ mg cm}^{-3} \cdot V_{\text{titrant}}/(\rho_{\text{proov}} \cdot V_{\text{proov}} \cdot 1000) \cdot 100\% = \mathbf{0,09\%}$ (1,5)
- f) Mahtanalüütilisel tiitrimisel leitud proovi veesisaldus:
 $m(\text{H}_2\text{O}) = \rho_{\text{proov}} \cdot V_{\text{proov}} \cdot 0,09/100 = 9,850 \cdot 10^{-3} \text{ g}$ (0,5)
 Mahtanalüütilise ja elektrokeemilise tiitrimise tulemuste erinevus:
 $\% = (9,850 \cdot 10^{-3} \text{ g} - 9,150 \cdot 10^{-3} \text{ g})/9,150 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot 100\% = \mathbf{7,65}$ (0,5)

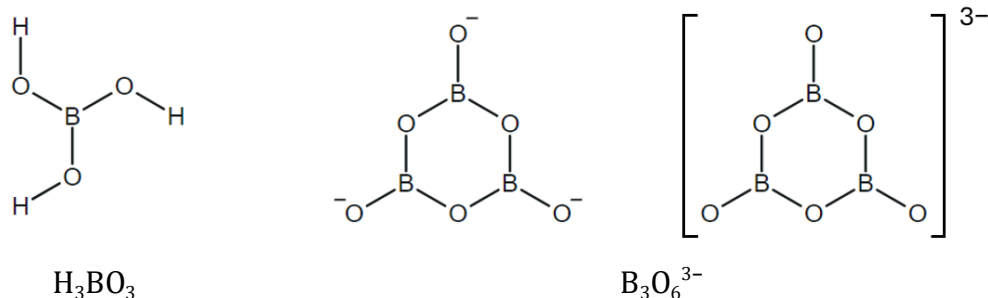
6. Valik omapäraseid booriühendeid. Autor: Andreas Päkk

(10 p)

- a) $w(\text{H}) = 4 \cdot M(\text{H})/M(\text{NaBH}_4) \cdot 100\% = 10,65\%$ (0,5)
 $w(\text{H}) = 6 \cdot M(\text{H})/M(\text{BNH}_6) \cdot 100\% = 19,59\%$ (0,5)
 b) Hindamine: ebakorrekse laengute paigutuse või mittenäitamise eest -0,5 p. (2×1)



- c) Hindamine: korrektselt tasakaalustatud reaktsioonivõrrandi eest 0,5 p.
 $M(\text{X}^-) = M(\text{NaX}) - M(\text{Na}) = M(\text{NH}_4\text{X}) - M(\text{NH}_4) = 42,81 \text{ g mol}^{-1}$
 Metaboraatanioonis on keskse boori aatomiga seotud kaks hapniku aatomit (s.t anioon sisaldab kahte B–O sidet), mis vastab leitud molaarmassile.
 i) $\text{NaBH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaBO}_2 + 4\text{H}_2\uparrow$ (0,5)
 ii) $\text{BNH}_6 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{BO}_2 + 3\text{H}_2\uparrow$ (0,5)
 d) $1 \text{ NaBH}_4 \leftrightarrow 4 \text{ H}_2$
 $V(\text{H}_2) = 4 \cdot m(\text{NaBH}_4)/M(\text{NaBH}_4) \cdot V_m \approx 2370 \text{ dm}^3$
 $1 \text{ BNH}_6 \leftrightarrow 3 \text{ H}_2$
 $V(\text{H}_2) = 3 \cdot m(\text{BNH}_6)/M(\text{BNH}_6) \cdot V_m \approx 2180 \text{ dm}^3$
 Arvutustest selgub, et kõige rohkem vesinikku tekib NaBH_4 -st. (1)
 e) $\text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{BO}_3$ (1)
 f) Hindamine: ebakorrekse laengute paigutuse või mittenäitamise eest -0,5 p. (2×1)



- g) $3\text{NaBH}_4 + 4\text{BF}_3 \rightarrow 2\text{B}_2\text{H}_6\uparrow + 3\text{NaBF}_4$ (1)
 h) $d = [0,2 \cdot M(\text{B}_2\text{H}_6) + 0,5 \cdot M(\text{B}_3\text{H}_7) + 0,3 \cdot M(\text{B}_4\text{H}_{10})]/M_{\text{õhk}} \approx 1,42$ (1)

7. Arheokeemia. Autor: Andreas Päkk

(8 p)

Allikad: <https://gml.noaa.gov/ccgg/isotopes/accelerator.html>
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Collagen-I-alpha-chain-98-110>

- a) $n_{\text{jäägid}} = M(\text{kollageen}) \cdot 0,33/M(\text{NHCH}_2\text{CO}) \approx 55$ (1)
 b) $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} + 4\text{HCl} \rightarrow 3\text{CaHPO}_4 + 2\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (1)
 $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{C} + 2\text{H}_2\text{O}$ (1)
 c) $m(\text{C}) = m(\text{proov}) \cdot w(\text{kollageen}) \cdot [57 \cdot M(\text{C})/M(\text{C}_{57}\text{H}_{91}\text{N}_{19}\text{O}_{16})] = 0,211 \text{ g}$ (1)
 d) ^{14}C protsentuaalne osakaal on peaaegu olematu, mistõttu võib selle arvutusest välja jätta:
 $A_r(\text{C}) = A(^{12}\text{C}) \cdot w(^{12}\text{C}) + A(^{13}\text{C}) \cdot w(^{13}\text{C}) = 12 \cdot 0,9889 + 13 \cdot 0,01110 = 12,011 \text{ (amü)}$ (1)
 e) Kehtib seos $m/M = N/N_A$, kust $N = m \cdot N_A/M$
 $N(^{14}\text{C}) = m(\text{proov}) \cdot N_A/M(\text{C}) \cdot \%(^{14}\text{C})/100 \approx 1,27 \cdot 10^{10} \text{ aatomit}$ (1)
 f) Isotoopide analüüsijärgne suhe: $N(^{14}\text{C})/N(^{12}\text{C}) = 1,015 \cdot 10^{-12}$
 Isotoopide suhe organismi surma hetkel: $N_0(^{14}\text{C})/N_0(^{12}\text{C}) = 1,2 \cdot 10^{-10}/98,89 = 1,213 \cdot 10^{-12}$
 Kui $N_0(^{12}\text{C}) = N(^{12}\text{C})$, siis $N(^{14}\text{C})/N_0(^{14}\text{C}) = 1,015 \cdot 10^{-12}/1,213 \cdot 10^{-12} = 0,8368$ (1)
 Skeleti vanus $t = -[\ln(0,8368)/\ln(2)] \cdot 5730 \approx 1473 \text{ a}$
 Aasta = 2024 – 1473 = 551 (1)

8. Aspartaam. Autor: Gleb Vahtra

(10 p)

Allikas:

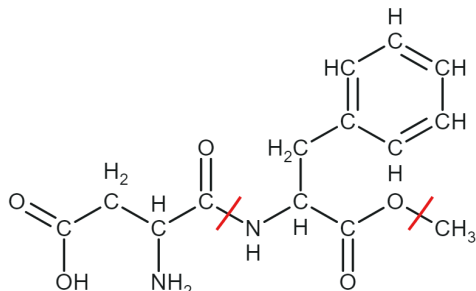
<https://www.who.int/news/item/14-07-2023-aspartame-hazard-and-risk-assessment-results-released>

a) $x = 2$

(1)

b) Hindamine: iga õigesti näidatud sideme katkemiskoha eest 0,5 p.

(2×0,5)



c) 1. $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ (1)

2. $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CuO} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ (1)

3. $2\text{AgNO}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} \downarrow + 2\text{NaNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ (1)

4. $\text{CH}_2\text{O} + \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{HCOOH} + 2\text{Ag} \downarrow$ (1)

d) $n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 2,125 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 5,30 \text{ cm}^3 / 1000 \text{ cm}^3 = 0,0113 \text{ mol}$ (0,5)

$n(\text{AgNO}_3) = m(\text{AgNO}_3) / M(\text{AgNO}_3) = 4,58 \text{ g} \cdot 0,53 / 169,9 \text{ g mol}^{-1} = 0,0143 \text{ mol}$ (0,5)

$2 \cdot n(\text{NaOH}) = n(\text{Ag}_2\text{O}) = 2 \cdot n(\text{Ag}) = 0,0113 \text{ mol}$

$m(\text{Ag}) + m_{\text{katseklaas}} = n(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}) + m_{\text{katseklaas}} \approx 13,9 \text{ g}$ (1)

e) Kehtib seos $n = m/M = (\rho \cdot V)/M$

$n(\text{CH}_3\text{OH}) = 0,792 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 1,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 71,0 \text{ kg} / 32,0 \text{ g mol}^{-1} = 2,636 \text{ mol}$ (1)

Ühe mooli aspartaami kohta tekib samapalju metanooli, seega:

$m(\text{aspartaam}) = n \cdot M = 2,636 \text{ mol} \cdot 294,3 \text{ g mol}^{-1} = 775,8 \text{ g}$ (0,5)

$0,118 \text{ g} / 775,8 \text{ g} = 1 \text{ purk} / x \text{ purk}$, kust $x \approx 6575 \text{ purki}$ (0,5)

9. Basseinivesi. Autor: Andreas Päkk

(10 p)

Allikad:

- https://www.chemistryviews.org/details/ezone/8980681/The_Chemistry_of_Pools/
- https://www.terviseamet.ee/sites/default/files/KTO/kloor_basseinivees.pdf

a) $M(\text{CClNO}) = 77,47 \text{ g mol}^{-1}$

Molekulivalemi saamiseks tuleb empiiriline valem läbi korrutada molaarmasside suhtega:

$232,5 \text{ g mol}^{-1} / 77,47 \text{ g mol}^{-1} \approx 3$, seega $3 \cdot (\text{CClNO}) = \text{C}_3\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_3$ (1)

b) Ühest tabletist tekkiva hüpokloorishappe hulk:

$m(\text{HClO}) = n(\text{HClO}) \cdot M(\text{HClO}) = (20 \text{ g} \cdot 0,5 / 232,5 \text{ g mol}^{-1}) \cdot 3 \cdot 52,46 \text{ g mol}^{-1} = 6,8 \text{ g}$ (1)

Vajalik tablettide arv:

$n_{\text{tabletid}} = 1,5 \text{ mg dm}^{-3} \cdot V(\text{vesi}) / m(\text{HClO}) \approx 19$ (1)

c) 1. $\text{ClO}^- + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Cl}^- + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (1)

2. $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ (1)

d) $\text{IO}_3^- + 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{H}^+ \rightarrow \text{I}^- + 3\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$ (1)

e) $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = c(\text{IO}_3^-) \cdot V(\text{IO}_3^-) \cdot 6 / V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,455 \text{ mmol dm}^{-3}$ (2)

f) Hindamine: 1 p molaarvutuse eest; 1 p korrektsete lahuste ruumaladega arvestamise eest.

$c(\text{ClO}^-) = \frac{1}{2} \cdot c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) \cdot M(\text{ClO}^-) \cdot 2,56 / 25,00 \cdot 102,5 / 100 = 1,23 \text{ mg dm}^{-3}$ (2)