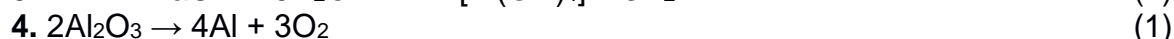
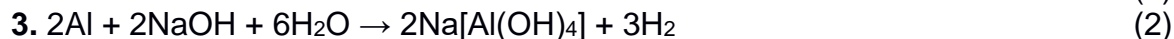


2018/19 õ.a keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused
9. klass

1. a) I) Vedelad on gallium, broom ja elavhõbe (1)
 II) Tahked on jood ja tina (0,5)
 III) Gaasid on kloor, argoon ja fluor (1)
- b) I) o.a(Ga) = III, o.a(H) = -I; (0,5)
 II) o.a(H) = I, o.a(Cl) = VII, o.a(O) = -II; (1)
 III) o.a(Na) = I, o.a(K) = I, o.a(H) = I, o.a(P) = V, o.a(O) = -II; (1)
 IV) o.a(H) = I; o.a(O) = -I (0,5)
- c) 38 neutroniga galliumi aatommass on ca 38 amü + 31 amü = 69 amü.
 40 neutroniga galliumi aatommass on ca 40 amü + 31 amü = 71 amü. (0,5)
 $(x \cdot 69 \text{ amü}) + ((1 - x) \cdot 71 \text{ amü}) = 69,72 \text{ amü}$ (1)
 $x = 0,64 = 64\%$ Seega on 38 neutroniga galliumi aatomeid ligikaudu 64% ja 40 neutroniga galliumi aatomeid 36%. (0,5)
- d) Galliumarseniidi molaarmass on:
 $M(\text{GaAs}) = 69,72 \text{ g/mol} + 74,92 \text{ g/mol} = 144,64 \text{ g/mol}$. (0,5)
 $m = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$;
 Galliumarseniidi on seega moolides:
 $n = m / M = 1000 \text{ g} / 144,64 \text{ g/mol} = 6,9137 \text{ mol}$. (0,5)
 $m = n \cdot M$
 Galliumit kulub $m(\text{Ga}) = 69,72 \text{ g/mol} \cdot 6,9137 \text{ mol} \approx 482,0 \text{ g}$ (0,5)
 Arseeni kulub $m(\text{As}) = 74,92 \text{ g/mol} \cdot 6,9137 \text{ mol} \approx 518,0 \text{ g}$ (0,5)
 $V = m / \rho$; $\rho = 5317,6 \text{ kg/m}^3 = 5,3176 \text{ kg/dm}^3$
- e) Seega kilogramm galliumarseniidi on liitrites:
 $V = 1 \text{ kg} / 5,3176 \text{ kg/dm}^3 \approx 0,18805 \text{ dm}^3$ (0,5) **10 p**
2. a) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ (2)
- b) $E = 29,76 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{1000 \text{ kJ}}{1 \text{ MJ}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot 46,07 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1371 \text{ kJ/mol}$ (1,5)
- c) $V = 59 \text{ ha} \cdot 25 \frac{\text{t}}{\text{ha}} \cdot 159 \frac{\text{kg}}{\text{t}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{789 \text{ kg}} \cdot \frac{1000 \text{ dm}^3}{1 \text{ m}^3} = 297243 \text{ dm}^3 \approx 300000 \text{ dm}^3$ (2)
- d) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (0,5)
- e) Võtame arvutuste jaoks ümardamata vastuse (297243 dm^3)
 $E(\text{H}_2) = 297243 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ dm}^3} \cdot 789 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 29,76 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} = 6,98 \cdot 10^6 \text{ MJ}$ (0,5)
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 6,98 \cdot 10^6 \text{ MJ} \cdot \frac{1000 \text{ kJ}}{1 \text{ MJ}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{286 \text{ kJ}} \cdot 18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} \approx 440 \text{ t}$ (1,5)
Alternatiivne vastus: kui c) väärtus on $350\,000 \text{ dm}^3$, siis $m(\text{H}_2\text{O}) = 520 \text{ t}$ 8 p
3. a) Oksiidi A valemi saab anda üldkujul Y_yO_p . O protsendiline sisaldus avaldub kui
 $p \cdot 16,00 \text{ g/mol} / (p \cdot 16,00 \text{ g/mol} + y \cdot M(\text{Y})) = 0,3006$ (1)
 Võrrandi teisendamisel saame, et $M(\text{Y}) = 37,23 \cdot (p / y) \text{ g/mol}$
 Võimalike y ja p väärtuste arv on piiratud metallide võimalike oksüdatsiooniastmetega oksiidides. (0,5)
 y ja p teoreetiliselt võimalikud väärtused (metallide oksüdatsiooniastmed +I kuni +VIII) on (2, 1); (1, 1); (2, 3); (1, 2); (2, 5); (1, 3); (2, 7); (1, 4).
 Ainult kui $y = 2$ ja $p = 3$, langeb saadava molaarmassi väärtus hästi kokku reaalse metalli molaarmassiga ja seega on $M(\text{Y}) = 55,85 \text{ g/mol}$ ning Y on raud. Oksiidi valem on **Fe_2O_3** . (1)
- b) $1. \text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}$ (0,5)



4. a) X – P

Y – N

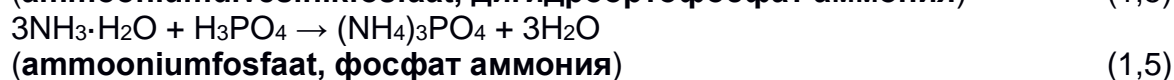
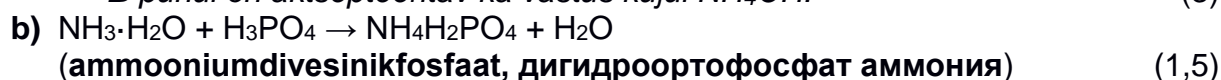
A – $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

B – $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

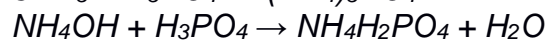
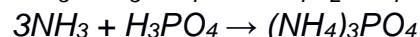
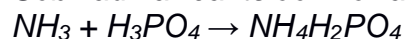
C – NH_3

D – NH_4NO_3

B puhul on aktsepteeritav ka vastus kujul NH_4OH . (3)



Sobivad ka reaktsioonivõrrandid:



c) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Fosforit on:

$(30,97 / (2 \cdot 14,01 + 9 \cdot 1,008 + 30,97 + 4 \cdot 16,00)) \cdot 100\% = 23,45\%$ (0,5)

Lämmastikku on: $(2 \cdot 14,01 / 132,06) \cdot 100\% = 21,22\%$ (0,5)

$(\text{NH}_4)\text{NO}_3$

Fosforit on: 0% (0,5)

Lämmastikku on:

$((2 \cdot 14,01) / (2 \cdot 14,01 + 4 \cdot 1,008 + 3 \cdot 16,00)) \cdot 100\% = 35,00\%$ (0,5)

d) Kui tähistada ammooniumvesinikfosfaadi mass kui x ja lämmastiknitraadi mass kui y, siis saab kirjutada võrrandi:

$(21,22 \cdot x + 35 \cdot y) / 23,45 \cdot x = 1,7$ (1)

Selle lahendamisel saame, et $x/y = 1,9$

Seega 1 kg lämmastiknitraati tuleb segada 1,9 kg ammooniumvesinikfosfaadiga.

(0,5) **9,5 p**

5. a) X – I_2 (1)

G – CuI (1)

b)

	A	B	C	D	E	F
kation	K^+	Cu^{2+}	Pb^{2+}	Ag^+	Mg^{2+}	Ba^{2+}
anioon	I^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	NO_3^-	Br^-	Cl^-



6. a) Tegu peab olema sulfiidiga (VIII etapi järgi) – Po_xS_y .

Oletame, et $x = 1$, seega saab leida ühendi molaarmassi:

$M_{\text{ühend}} = 210 \text{ g/mol} \cdot 100\% / (100\% - 13,2\%) = 242 \text{ g/mol}$ (0,5)

$$\text{Järelikult } y = (242 \text{ g/mol} - 210 \text{ g/mol}) / 32,06 \text{ g/mol} \approx 1. \quad (0,5)$$

Seega on soola valem **PoS**. (0,5)



ii) Lämmastik esineb ammooniumioonis, seega saame kirjutada reaktsioonis tekkiva ühendi valemis järgnevalt: $(\text{NH}_4)_x\text{As}_y\text{S}_z$.

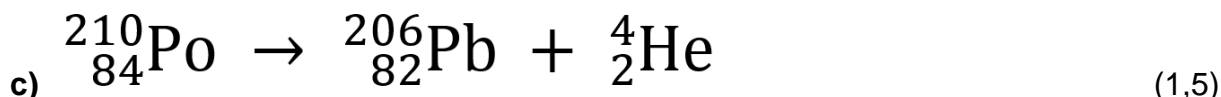
Oletame, et $y = 1$, seega saab arvutada tekkiva ühendi molaarmassi:

$$M_{\text{ühend}} = 74,92 \text{ g/mol} \cdot 100\% / 33,3\% \approx 225,0 \text{ g/mol} \quad (0,5)$$

$$\text{Järelikult } x = (225,0 \text{ g/mol} \cdot 18,7\% / 100\%) / 14,01 \text{ g/mol} \approx 3; \quad (0,5)$$

$$z = (225,0 \text{ g/mol} - 74,92 \text{ g/mol} - 3 \cdot 14,01 \text{ g/mol} - 3 \cdot 4 \cdot 1,008 \text{ g/mol}) / 32,06 \text{ g/mol} \approx 3 \quad (1)$$

Reaktsiooni käigus tekkiva ühendi valem on seega: $(\text{NH}_4)_3\text{AsS}_3$ (0,5)



d) $\tau = 138$ päeva, mis tähendab, et 138 päeva möödudes on alles pool esialgsest kogusest ehk 1/2. Järgneva 138 päeva möödudes laguneb sellest eelnevalt alles jäänud 1/2st veel pool ehk esialgsest kogusest 1/4. Seega alles jääbki 1/4 esialgsest kogusest.

$$t = 2 \cdot 138 \text{ päeva} = \mathbf{276 \text{ päeva}} \quad (1)$$

e) $140 \text{ W/kg} = 140 \text{ kW/kg}$

$$P_{\text{esialgne}} = 11 \text{ kg} \cdot 140 \text{ kW/kg} = 1540 \text{ kW} \quad (0,5)$$

$$\tau = 138 \text{ päeva}$$

321 päeva on seega võrdne $321/138 \approx 2,33$ poolestusajaga. (0,5)

$$P_{\text{pärasst missiooni}} = 1540 \text{ kW} \cdot (0,5^{2,33}) \approx 306 \text{ kW} \quad (1)$$

Seega alles jäänud Po-210st on võimalik saada $306 \text{ kW} \cdot 100\% / 1540 \text{ kW} = \mathbf{19,9\%}$ esialgsest võimsusest. (0,5)

f) Ühes ühikrakus on $8 \cdot 1/8$ aatomit = 1 aatom (0,5)

$$m_{\text{aatom}} = 210 \text{ g mol}^{-1} / 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \approx 3,49 \cdot 10^{-22} \text{ g} \quad (0,5)$$

Kuna tegu on kuubiga, siis ühikraku ruumala on:

$$V_{\text{ühikrakk}} = a^3 = (334 \cdot 10^{-12} \text{ m})^3 \approx 3,73 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3 \quad (0,5)$$

$$\rho = m/V = 3,49 \cdot 10^{-22} \text{ g} / (3,73 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3) \approx \mathbf{9,36 \text{ g cm}^{-3}} \quad (0,5)$$

g) $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$

$$doos_{\text{max}} = (0,03 \cdot 10^{-6} \text{ Ci} \cdot 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}) / 1 \text{ Ci} = 1110 \text{ Bq} \quad (1)$$

$$doos_{\text{sigaret}} = 37 \text{ mBq g}^{-1} \cdot 0,748 \text{ g} = 2,77 \cdot 10^{-2} \text{ Bq} \quad (0,5)$$

$$N_{\text{sigaretid_teor}} = doos_{\text{max}} / doos_{\text{sigaret}}$$

Kuna aga suitsetaja hingab sisse 5% sigaretis olevast Po-210st, siis:

$$N_{\text{sigaretid}} = N_{\text{sigaretid_teor}} \cdot 100\% / 5\% = (1110 \text{ Bq} / (2,77 \cdot 10^{-2} \text{ Bq})) \cdot 100\% / 5\% = \mathbf{8,01 \cdot 10^5 \text{ sigaretti}} \quad (0,5)$$



i) $n_{\text{H}^+} = 4,8 \text{ cm}^3 \cdot 0,025 \text{ mol} / 1000 \text{ cm}^3 = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ (0,5)

$$n_{\text{nikotiin_25 ml}} = n_{\text{H}^+} / 2 = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 2 = 6,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n_{\text{nikotiin_100 ml}} = n_{\text{nikotiin_25 ml}} \cdot 4 = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n_{\text{nikotiin_100 ml}} = n_{\text{nikotiin_4 sigaretti}}$$

$$n_{\text{nikotiin_pakk}} = n_{\text{nikotiin_4 sigaretti}} \cdot 5 = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$m_{\text{nikotiin_pakk}} = n_{\text{nikotiin_pakk}} \times M(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2) = \mathbf{0,19 \text{ g}} \quad (0,5)$$

j) $m_{\text{surmav_doos}} = 70 \text{ kg} \cdot 13 \text{ mg/kg} = 910 \text{ mg}$ (0,5)

$$N_{\text{sigaretid}} = 910 \text{ mg} / 1,04 \text{ mg/sigaret} = \mathbf{875 \text{ sigaretti}} \quad (0,5)$$

k) Polooniumi lubatud maksimaalsele doosile vastab $8,01 \cdot 10^5$ sigaretti / 875 sigaretti = **915 korda rohkem** sigarette. (0,5) **20 p**