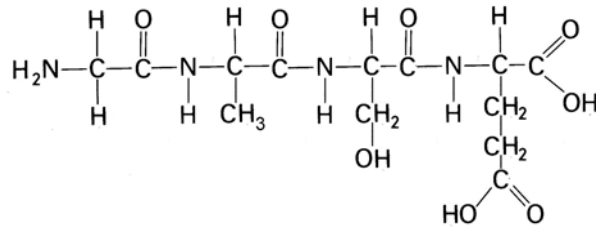
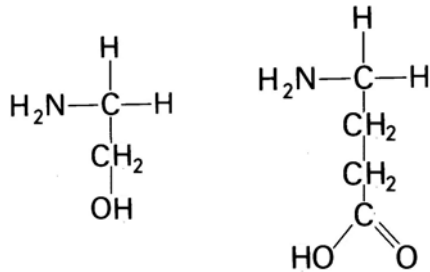


2012/2013 õ.a keemiaolümpiaadi lõppvoor ülesannete lahendused. 9. klass

1. a)



b) Etanoolamiin:  $\gamma$ -aminobutaanhape:



2. a) i) katoodil:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$  /  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$   
 ii) anoodil:  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$  /  $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$   
 iii) summaarne:  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

b) i)  $n(\text{e}^-) = (2316 \text{ C}) / (96500 \text{ C/mol}) = 0,024 \text{ mol}$ ;  
 $4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ ;  $n(\text{H}_2) = 0,024 \text{ mol} / 2 = 0,012 \text{ mol}$ ;  
 $n(\text{O}_2) = 0,024 \text{ mol} / 4 = 0,006 \text{ mol}$ ;  
 $m(\text{H}_2) = 0,012 \text{ mol} \cdot 2 \text{ g/mol} = 0,024 \text{ g}$ ;  
 $m(\text{O}_2) = 0,006 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = 0,192 \text{ g}$

ii)  $n(\text{H}_2\text{O}) = 0,012 \text{ mol}$

c) Cu - vask ja  $\text{O}_2$  - hapnik

3. a)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  – alumiiniumsulfaat-vesi (1/18) või alumiiniumsulfaatoktahüdraat  
 Soolade alamklass – kristallhüdraadid

b)  $n(\text{SO}_4^{2-}) = 500 \text{ ml} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ ml}} \cdot 0,25 \text{ mol/dm}^3 = 0,125 \text{ mol}$

$n[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] = \frac{0,125 \text{ mol}}{3} = 0,0417 \text{ mol}$

$M[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] = 2 \cdot 27,0 + 3 \cdot 32,1 + 3 \cdot 4 \cdot 16,0 = 342,3 \text{ g/mol}$

$M[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}] = 342,3 + 18 \cdot (2 \cdot 1,01 + 16,0) = 666,7 \text{ g/mol}$

$m[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}] = 0,0417 \text{ mol} \cdot 666,7 \text{ g/mol} = 27,8 \sim 28 \text{ g}$

$m[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}, \text{jäi alles}] = 37,4 - 27,8 = 9,6 \text{ g}$

c)  $m[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] = 0,25 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{342,3 \text{ g}}{100 \text{ ml}} = 91 \text{ g}$

$n[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] = \frac{91 \text{ g}}{342,3 \text{ g/mol}} = 0,27 \text{ mol}$

$m[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, \text{sadeneb välja}] = 91 \text{ g} - 0,25 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{81,7 \text{ g}}{100 \text{ ml}} = 11,75 \sim 12 \text{ g}$

4. a) **A** – N, lämmastik; **B** – C, süsinik; **C** – O, hapnik; **D** – H, vesinik.

b) i) Kui võtta täpselt 100 g ainet **X**, siis sisaldab see

$n(\text{N}) = 100 \text{ g} \cdot 0,378 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{14,01 \text{ g}} \approx 2,70 \text{ mol}$

$n(\text{C}) = 100 \text{ g} \cdot 0,162 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{12,01 \text{ g}} \approx 1,35 \text{ mol}$

$n(\text{O}) = 100 \text{ g} \cdot 0,432 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{16,00 \text{ g}} = 2,70 \text{ mol}$

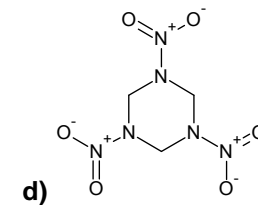
$n(\text{H}) = 100 \text{ g} \cdot (1 - 0,378 - 0,162 - 0,432) \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1,008 \text{ g}} \approx 2,78 \text{ mol}$

$\frac{n(\text{N})}{n(\text{C})} \approx \frac{n(\text{O})}{n(\text{C})} \approx \frac{n(\text{H})}{n(\text{C})} \approx 2$  Seega on empiiriline valem  $\text{CH}_2\text{N}_2\text{O}_2$ .

ii) Kuna  $\frac{222,1 \text{ g/mol}}{(12,01 + 2 \cdot 1,008 + 2 \cdot 14,01 + 2 \cdot 16,00) \text{ g/mol}} \approx 3$ , siis on

molekulivalem  $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$ .

c)  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_6\text{N}_6 \rightarrow 3\text{CO} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{N}_2$



d)

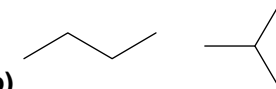
5. a) Kuna aine **B** ei sisalda vesinikku, tekkis vesi täielikult aine **A**.

$n(\text{H-atomid}) = (0,804 \text{ g} / 18,0 \text{ g/mol}) \cdot 2 = 89,3 \text{ mmol}$

H-atomite arv aine **A** molekulis:

$n(\text{H-atomid}) / n(\text{A}) = 89,3 \text{ mmol} / 8,93 \text{ mmol} = 10$

Mittetsüklilise alkaani korral vastab 10 vesinikule 4 süsinikku:  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .



b)

c)  $\text{C}_4\text{H}_{10} + 6,5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$

Segule lisatud hapnik:  $n(\text{O}_2) = 1,857 \text{ g} / 32,0 \text{ g/mol} = 58,0 \text{ mmol}$

Aine A põletamiseks kulunud hapnik:

$$n(\text{O}_2) = 8,93 \text{ mmol} \cdot 6,5 = 58,0 \text{ mmol}$$

Järelikult kulus kogu hapnik alkaani põletamiseks, mistõttu aine B on mittepõlev. Kuna reaktsiooni lõpus oli peale vee järel ainult süsihappegaas, pidi aine B olema süsinikdioksiid  $\text{CO}_2$ .

**d)**  $n(\text{gaas}) = 0,500 \text{ L} / 22,4 \text{ L/mol} = 22,3 \text{ mmol}$

$$X(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 8,93 \text{ mmol} / 22,3 \text{ mmol} = 0,400$$

$$X(\text{CO}_2) = (22,3 \text{ mmol} - 8,93 \text{ mmol}) / 22,3 \text{ mmol} = 0,600$$

$$M(\text{A+B segu}) = 0,400 \cdot 58,1 \text{ g/mol} + 0,600 \cdot 44,0 \text{ g/mol} = 49,6 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{He}) = 4,00 \text{ g/mol}$$

$$\text{Esialgse gaasisegu suhteline tihedus: } 49,6 \text{ g/mol} / 4,00 \text{ g/mol} = \mathbf{12,4}$$

**6. a)** Valkudes ehk proteiinides

**b)** Ninhüdroiin lahustub vees toatemperatuuril üsna halvasti (maksimaalselt 0,1-0,5 g 100 ml vee kohta). Lisaks on oluline, et ilmutatava sõrmejälje pilt oleks võimalikult terav, paljud valgud on aga veelahustuvad.

**c) i)**

$$w = \frac{0,50 \text{ g}}{0,50 \text{ g} + 100 \text{ cm}^3 \cdot 0,789 \text{ g/cm}^3} \cdot 100\% = 0,63\%$$

**ii)**  $M(\text{ninhüdroiin}) = 9 \cdot 12,0 + 6 \cdot 1,01 + 4 \cdot 16,0 = 178 \text{ g/mol}$

$$c = \frac{0,50 \text{ g}}{178 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 100 \text{ ml}} \cdot 1000 \frac{\text{ml}}{\text{l}} = 0,028 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

**iii)**  $n(\text{ninhüdroiin}) = 0,50 \text{ g} : 178 \text{ g/mol} = 0,0028 \text{ mol}$

$$M(\text{etanool}) = 2 \cdot 12,0 + 6 \cdot 1,01 + 16,0 = 46,1 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{etanool}) = 100 \text{ cm}^3 \cdot 0,789 \text{ g/cm}^3 : 46,1 \text{ g/mol} = 1,71 \text{ mol}$$

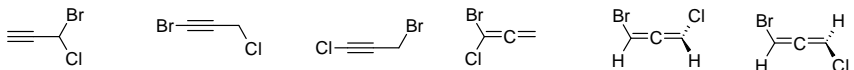
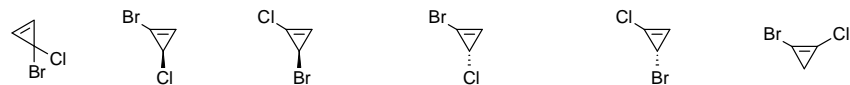
$$x = 0,0028 \text{ mol} : (0,0028 + 1,71 \text{ mol}) = 0,0016$$

**d)** Kindad, kittel, kaitseprillid

2012/2013 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused

10. klass

1. a)



(12\*0,5)

b)

Kuna süsivesinik koosneb ainult vesiniku ja süsiniku aatomitest aatomitest, kusjuures küllastatud süsivesinikus on maksimaalselt ( $C_nH_{2n+2}$ )  $2x+2$  vesiniku aatomit, võime koostada järgnevad võrrandisüsteemi:

$$12x + y = 104$$

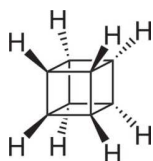
$$y \leq 2x + 2$$

$$104 - 12x \leq 2x + 2$$

$$102 \leq 14x$$

$$x \geq 7,3$$

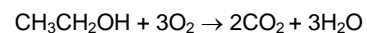
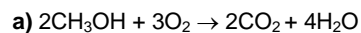
Seega peab olema süsivesinikus täpselt 8 süsinikku, kuna 9 puhul läheb molaarmass juba liiga suureks ning 7 puhul ei saa olla piisavalt vesinikke, et molaarmass täis tuleks.



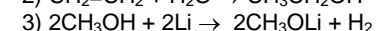
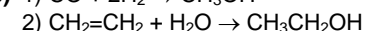
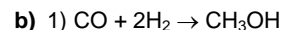
Kolme sümmeetriatasandi olemasolu näitab, et tegu on kõrge sümmeetriaastmega kujuga ning sobib näiteks kuubi taoline struktuur nagu „kubaan“.

(4)

2.



(2\*1)

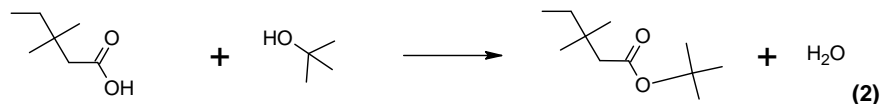


(3\*1)



(1)

d) (1,1-dimetüül)etüül-3,3-dimetüülpentanaat, (2-metüülprop-2-üül)-3,3-dimetüülpentanaat või tertbutüül-3,3-dimetüülpentanaat



(2)

3.

a)

A – NO – lämmastikmonooksiid

B – NO<sub>2</sub> – lämmastikdioksiid

C – N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – dilämmastikpentaoksiid

D – N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – dilämmastiktrioksiid

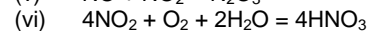
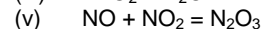
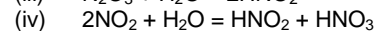
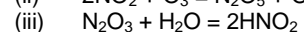
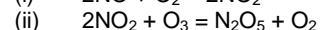
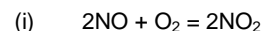
E – HNO<sub>2</sub> – lämmastikhappe

F – HNO<sub>3</sub> – lämmastikhape

G – N<sub>2</sub>O – dilämmastikmonooksiid

(7\*0,5)

b)



(6\*1)

4. a) i) A = Ca, kaltsium

B = CaO, kaltsiumoksiid

C = CaCO<sub>3</sub>, kaltsiumkarbonaat

D = Ca(OH)<sub>2</sub>, kaltsiumhüdrosiid

E<sub>2</sub> = Cl<sub>2</sub>, kloor

F = Ca(OCl)<sub>2</sub>, kaltsiumhüpoklorit

G = CaCl<sub>2</sub>, kaltsiumkloriid

H = HCl, vesinikkloriidhape

(8\*0,5)

ii) B – kustutamata lubi

D – kustutatud lubi

H – soolhape

(3\*0,5)

- b) 1)  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$   
 2)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$   
 3)  $2\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Ca(OCl)}_2 + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 4)  $\text{Ca(OCl)}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$

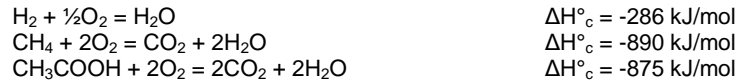
(4\*)

5. a) oksüdeerijad ja redutseerijad:

- i)  $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 ii)  $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_4 + \text{CO}_2$  (disproportsioneerumisreaktsioon)

(3)

b) Arvutame põlemisentalpia kaudu (kuna vesiniku põlemisel tekib ühest moolist vesinikust üks mool vett, on vee tekkeentalpia võrdne vesiniku põlemisentalpiaga).



reaktsioon i:  $\Delta H^\circ = 4 \cdot (-286 \text{ kJ/mol}) - (-890 \text{ kJ/mol}) = -254 \text{ kJ/mol}$   
 reaktsioon ii:  $\Delta H^\circ = -875 \text{ kJ/mol} - (-890 \text{ kJ/mol}) = 15 \text{ kJ/mol}$

(4)

c)  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $n = 101325 \text{ Pa} \cdot 0,200 \text{ m}^3 / (8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}) = 8,18 \text{ mol metaani}$   
 $\Delta H = 8,18 \text{ mol} \cdot (-890 \text{ kJ/mol}) = -7280 \text{ kJ}$

(3)

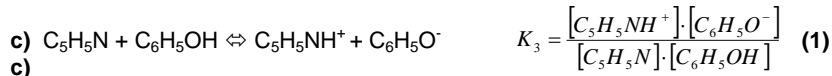
d) Kuna metanoolis on süsinik rohkem oksüdeeritud olekus kui metaanis ning süsinike arvud on võrdsed, eraldub metanooli põlemisel väiksem soojushulk (gaasilise metanooli põlemisentalpia on -764 kJ/mol).

(1)

6. a)



(2)



$$K_3 = \frac{[\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+] \cdot [\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]}{[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}] \cdot [\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]} \cdot \frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}^+]} = \frac{[\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+]}{[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}] \cdot [\text{H}^+]} \cdot \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]} = K_2 \cdot K_1 = 1.95 \cdot 10^{-19} \quad (1)$$

d)  $n(\text{fenool}) = m(\text{fenool}) / M(\text{fenool}) = 9.4 \text{ g} / 94 \text{ g/mol} = 0.1 \text{ mol}$   
 $c(\text{fenool}) = n/V = 0.1 \text{ M}$

Oletame, et fenooli dissotsiatsioonil tekib x (ühikuga M)  $\text{H}^+$  iooni.  $[\text{H}^+] = x$   
 $[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}] = 0.1 - x$  ning  $[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] = [\text{H}^+] = x$ , seega

$$K_1 = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]} = \frac{x \cdot x}{0.1 - x} = 1.3 \cdot 10^{-10}$$

$$x^2 + 1.3 \cdot 10^{-10} \cdot x - 1.3 \cdot 10^{-11} = 0$$

$$x = 3.6 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 5.44$$

(4)

e) Pärast lahuste kokkusegamist:

$c(\text{fenool}) = c(\text{püridiin}) = 0.05 \text{ M}$   
 Reaktsiooni stöhhiomeetriast:  $[\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+] = [\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] = x$  ning

$$[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}] = [\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}] = 0.05 - x$$

$$K_3 = \frac{[\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+] \cdot [\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]}{[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}] \cdot [\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]} = \frac{x \cdot x}{(0.05 - x) \cdot (0.05 - x)} = 1.95 \cdot 10^{-19}$$

$$x^2 = 1.95 \cdot 10^{-19} \cdot x^2 - 1.95 \cdot 10^{-20} \cdot x + 4.875 \cdot 10^{-22}$$

$$x = 2.21 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$

(3)

2012/2013 õ.a keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused. 11. klass

1.

I N<sub>2</sub>O dilämmastikoksiid

II N=O lämmastikmonoksiid

III C(NO<sub>2</sub>)<sub>4</sub> tetranitrometaan või N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dilämmastiktrioksiid

IV NO<sub>2</sub> lämmastikdioksiid

V N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dilämmastikpentaoksiid

0 N<sub>2</sub> dilämmastik

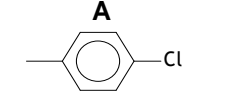
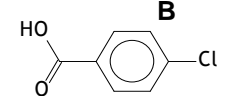
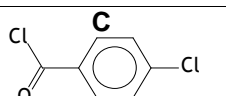
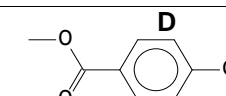
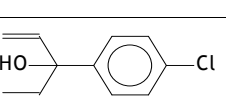
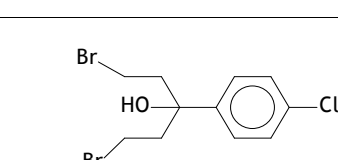
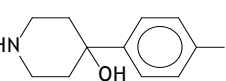
-1/3 C(N<sub>3</sub>)<sub>4</sub> tetraasidometaan või süsiniktetraasiid

-I -O-CO-N=N-CO- (tsükiline ühend)

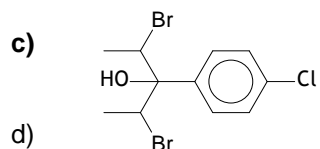
-II O=C=N-N=C=O diisotsüanaat

-III N≡C-C≡N ditsüaan

2. a)

<b>A</b> 	<b>B</b> 
<b>C</b> 	<b>D</b> 
<b>E</b> 	<b>F</b> 
<b>G</b> 	

b) Bensoüülperoksiid on radikaalide initsiaator, mis suunab reaktsiooni anti-Markovnikov-i mehhanismi järgi ainult üle radikaalide.



d)

Lahusti peab olema eetri tüüpi ja võimalikult kuiv.

3. a) X – Pb, Y – C, Z – H, A – (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>Pb, B – C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Cl, C – (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>Pb·, D – ·C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, E – PbO, F – HO<sub>2</sub>·, G – PbO<sub>2</sub>, H – ·OH, I – PbO(OH)·, J – H<sub>2</sub>O

b) i) 4NaPb + 4C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Cl = (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>Pb + 3Pb + 4NaCl

ii) 4C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Cl + Pb + 2Mg = (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>Pb + 2MgCl<sub>2</sub>

iii) (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>Pb = (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>Pb· + ·C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>

iv) PbO + HO<sub>2</sub>· = PbO<sub>2</sub> + ·OH

v) ·OH + PbO = PbO(OH)·

vi) PbO(OH)· + ·OH = H<sub>2</sub>O + PbO<sub>2</sub>

c) 2·C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> = C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>

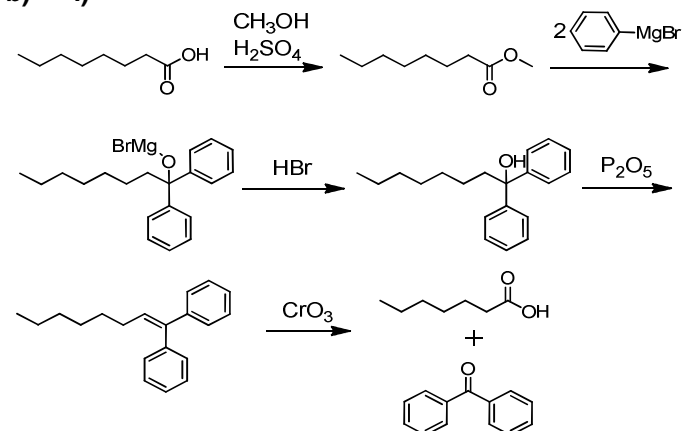
2·C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> = C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>

d) Klorofluoroalkaanidega (freonidega)

4.

a) Kuna F on hape, siis struktuuris on vähemalt 2 O. Seega M = 130.  
H<sub>3</sub>C(CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub>COOH

b) i)



ii) A - oktaanhape, D - 1,1-difenüülökt-1-ool, F - heptaanhape, G - difenüülmetanoon.

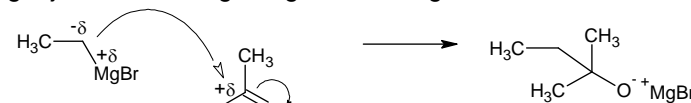
5.

a) i)



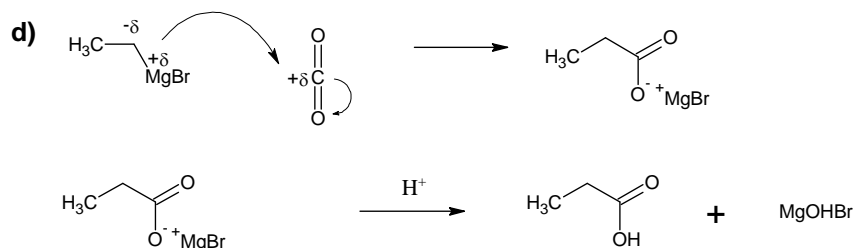
ii) Peaks kasutama mitteprotonset, elektrofiilseid tsentreid mittesisaldavat solventi, nagu näiteks erinevad eetrid. Kuna Grignardi reagent on väga tugev alus, siis ta reageeriks kohe protonsete solventidega, nii nagu alus happega, ja elektrofiilidega nagu atsetooniga.

b)



c)





6.

a) Moodustunud valge sade oli  $\text{BaCO}_3$ . Näitame arvutustega, et  $\text{Ba(OH)}_2$  oli lahuses liias ning sademe hulga määras  $\text{CO}_2$  hulk. Ilmselt on  $\text{Ba(OH)}_2$  5%-lise lahuse tihedus on suurem kui vee tihedus, seega

$$n(\text{Ba(OH)}_2) > \frac{100 \text{ g} \cdot 5\%}{100\%} \times \frac{1 \text{ mol}}{(137 + 2 \times (1,01 + 16,00)) \text{ g}} = 29,2 \text{ mmol}$$

$$n(\text{BaCO}_3) = 3,356 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{(137 + 12,0 + 16,0 \times 3) \text{ g}} = 17,04 \text{ mmol} = n(\text{CO}_2)$$

Alkaani põlemise üldkuju:  $1 \text{ C}_x\text{H}_{2x+2} + \frac{3x+1}{2} \text{ O}_2 \rightarrow x \text{ CO}_2 + (x+1) \text{ H}_2\text{O}$ .

$$\text{Seega } n(\text{alkaan}) = \frac{17,04 \times 10^{-3}}{x} \text{ mol}$$

$$\text{ja } M(\text{alkaan}; \text{g/mol}) = \frac{m}{n} = 0,247 \cdot \frac{17,04 \times 10^{-3}}{x} = 12x + (2x + 2).$$

Võrrandi lahendamine annab  $x = 4$ , s.t. butaan.

b) Alkeeni põlemine  $1 \text{ C}_x\text{H}_{2x} + \frac{3x}{2} \text{ O}_2 \rightarrow x \text{ CO}_2 + x \text{ H}_2\text{O}$

Et  $V = \text{konst} \times n$ , on ka moodustuva  $\text{CO}_2$  moolide arv 3 korda suurem gaasisegus olnud moolide koguarvust. Olgu gaasisegus enne põlemist kokku  $n$  mooli gaase (s.t.  $\frac{n}{3}$  mooli iga alkeeni, sest ekvimolaarne), siis  $\text{CO}_2$  tekkis  $3n$  mooli. Et 1 mooli  $\text{C}_q\text{H}_{2q}$  põlemisel tekib  $q$  mooli  $\text{CO}_2$ , saame võrrandi

$$n(\text{CO}_2) = 3n = \frac{n}{3}x + \frac{n}{3}y + \frac{n}{3}z$$

Ja teades, et tegu on järjestikkuse süsivesinikega:  $x + (x+1) + (x+2) = 9$ , kust  $x = 2$ , s.t. eteen, propeen ja buteen. Lõpuks, kuna moolide arv on võrdne, on massisuhe võrdeline molaarmasside suhtega (28:42:56), saame  $\frac{28}{126} \times 100\% = 22,2\%$  eteeni,  $\frac{42}{126} \times 100\% = 33,3\%$  propeeni ja  $44,4\%$  buteeni.

2012/2013 õ.a keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused. 12. klass

1. a) Br esineb igas molekulis 1 aatom seega on 2 võimalikku isotoopkoostisega molekule broomi järgi. 6 süsinikku võib esineda seitsmel erineval moel  $^{12}\text{C}:^{13}\text{C} - 6:0, 5:1, 4:2, 3:3, 2:4, 1:5, 0:6$ . 6 vesiniku puhul on sarnaselt 6 erinevat võimalust isotoopkoostise esinemise kohta. Seega, kolme elemendi peale kokku on võimalik leida  $2 \cdot 7 \cdot 6 = 84$  erineva isotoopkoostisega iooni.

b)  $^{79}\text{Br}-^{12}\text{C}_6^{1}\text{H}_5^+ \quad m/z=157 \quad p=0.507 \cdot (0,989)^{6*} \cdot (0,9999)^5=0,474$

$^{79}\text{Br}-^{12}\text{C}_5^{13}\text{C}_1^1\text{H}_5^+ \quad m/z=158$

$p=0,507 \cdot (0,989)^{5*} \cdot (0,011)^1 \cdot (0,9999)^5=0,032$

$^{81}\text{Br}-^{12}\text{C}_6^1\text{H}_5^+ \quad m/z=159 \quad p=0.493 \cdot (0,989)^{6*} \cdot (0,9999)^5=0,461$

$^{81}\text{Br}-^{12}\text{C}_5^{13}\text{C}_1^1\text{H}_5^+ \quad m/z=160$

$p=0,493 \cdot (0,989)^{5*} \cdot (0,011)^1 \cdot (0,9999)^5=0,031$

Seega leidub kõige enam ionisatsioonikambris iooni  $^{79}\text{Br}-^{12}\text{C}_6\text{H}_5^+$  (47,4% kõigistioonidest).

2. a)  $0,413 \text{ K} = 1,86 \text{ K} \times \text{kg/mol} \times 2 \text{ g/M(ühend C)} \times 1/0,1 \text{ kg}$

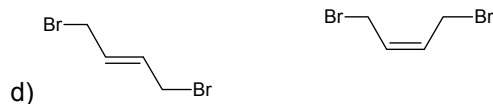
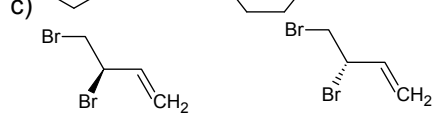
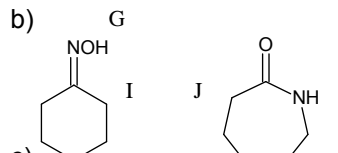
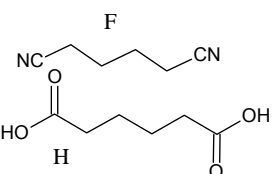
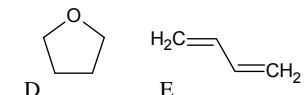
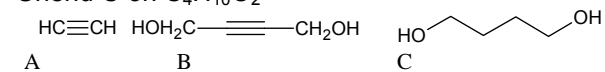
$M(\text{ühend C}) = 1,86 \text{ K} \times \text{kg/mol} \times 2 \text{ g} \times 1/0,1 \text{ kg} \times 1/0,413 \text{ K} = 90,1 \text{ g/mol}$

$n(\text{C}) = 90,1 \text{ g} \times 0,533 \times 1 \text{ mol} / 12 \text{ g} = 4 \text{ mol}$

$n(\text{H}) = 90,1 \text{ g} \times 0,112 \times 1 \text{ mol} / 1 \text{ g} = 10 \text{ mol}$

$n(\text{O}) = 90,1 \text{ g} \times (1 - 0,533 - 0,112) \times 1 \text{ mol} / 16 \text{ g} = 2 \text{ mol}$

Ühend C on  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$



3. a) i) Glükoos ehk süsivesikud:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

$\Delta H^0_c = 6 \cdot (-286) + 6 \cdot (-394) - (-1271) = -2809 \text{ kJ mol}^{-1} / 180 \text{ g mol}^{-1} \cdot 10^3 \text{ g/kg} = -15,6 \text{ MJ kg}^{-1}$

ii) Heksadekaanhape ehk rasvad:  $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2 + 23\text{O}_2 \rightarrow 16\text{CO}_2 + 16\text{H}_2\text{O}$

$\Delta H^0_c = 16 \cdot (-286) + 16 \cdot (-394) - (-848) = -10032 \text{ kJ mol}^{-1} / 256,4 \text{ g mol}^{-1} \cdot 10^3 \text{ g/kg} = -39,2 \text{ MJ kg}^{-1}$

iii) Alaniin esindab valkude koostist:  $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2 + 3,75\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 3,5\text{H}_2\text{O} + 0,5\text{N}_2$

$\Delta H^0_c = 3,5 \cdot (-286) + 3 \cdot (-394) - (-560) = -1623 \text{ kJ mol}^{-1} / 89 \text{ g mol}^{-1} \cdot 10^3 \text{ g/kg} = -18,2 \text{ MJ kg}^{-1}$

Rasvade ja valkude metabolism pole küll nii kiire, et sportimise ajal sellest kogu energia saaks, mistõttu reaalsuses tuleb ikka süsivesikuid tarbida.

b) i) Kulunud energia:  $200 \text{ W} (\text{J s}^{-1}) \cdot 1/0,24 \cdot 3600 \text{ sek h}^{-1} \cdot 5,5 \text{ h} \cdot 10^{-6} \text{ MJ J}^{-1} = 16 \text{ MJ}$

ii) saiapäts:  $16,5 \text{ MJ} / ((15,6 \text{ MJ kg}^{-1} \cdot 0,6) / 320 \text{ g} \cdot 10^{-3} \text{ kg/g}) = 5,5 \text{ saiapätsi}$

iii) seapekki (rasva):  $16,5 \text{ MJ} / 39,4 \text{ MJ kg}^{-1} = 420 \text{ g}$

iv) tailiha (valku):  $16,5 \text{ MJ} / 18,2 \text{ MJ kg}^{-1} = 910 \text{ g}$

c) i) Glükoos:  $\Delta S^0 = 6 \cdot (189) + 6 \cdot (214) - 209 = 2209 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} / 180 \text{ g mol}^{-1} \cdot 10^3 \text{ g/kg} = 12300 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

Heksadekaanhape:  $\Delta S^0 = 16 \cdot (189) + 16 \cdot (214) - 452 = 5996 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} / 256,4 \text{ g mol}^{-1} \cdot 10^3 \text{ g/kg} = 23400 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

Alaniin:  $\Delta S^0 = 3,5 \cdot (189) + 3 \cdot (214) - 119 = 1184,5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} / 89 \text{ g mol}^{-1} \cdot 10^3 \text{ g/kg} = 13309 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

Jukul on  $75 \text{ kg} \cdot 0,4\%/100\% = 0,3 \text{ kg}$  süsivesikuid,  $9 \text{ kg}$  rasva ja  $15 \text{ kg}$  valku.

$\Delta S^0 = 0,3 \text{ kg} \cdot 12300 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1} + 9 \text{ kg} \cdot 23600 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1} + 15 \text{ kg} \cdot 13310 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1} = 414000 \text{ J K}^{-1}$

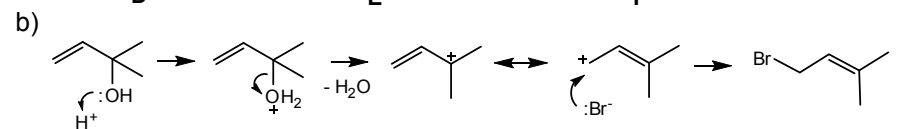
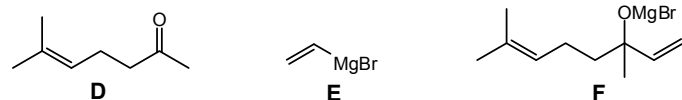
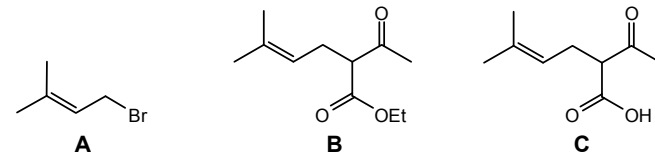
ii)  $\Delta H^0 = 0,3 \text{ kg} \cdot (-15,6 \text{ MJ kg}^{-1}) + 9 \text{ kg} \cdot (-39,2 \text{ MJ kg}^{-1}) + 15 \text{ kg} \cdot (-18,2 \text{ MJ kg}^{-1}) = -630 \text{ MJ}$

iii)  $\Delta G = -630 \cdot 10^6 \text{ J} - 310 \text{ K} \cdot 414000 \text{ J K}^{-1} = -759 \text{ MJ}$  ehk  $-800 \text{ MJ}$

iv)  $K = e^{-\Delta G/RT} = e^{310000} = \infty$

v) Lähtuvalt suurest positiivsest entroopiast, negatiivsest Gibbsi energiast ja lõpmatult suurest tasakaalukonstandist, peaks Juku iseeneslikult ära lagunema. Need on aga ainult termodünaamilised väärtused, tegelikult on nendel reaktsioonidel tavatemperatuuril väike kiirus ja need praktiliselt ei kulge iseeneslikult.

4. a)



c) Victor Grignard

5. a) A –  $\text{NH}_3$  – ammoniaak

B –  $\text{NaNH}_2$  – naatriumamiid

C –  $\text{NaN}_3$  – naatriumasiid

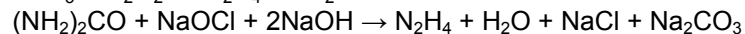
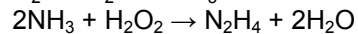
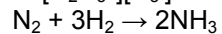
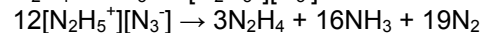
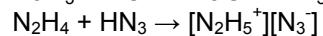
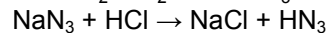
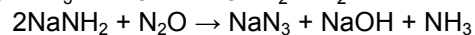
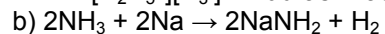
D –  $\text{HN}_3$  – vesinikdinitridonitrat, vesinikasiid

E –  $\text{H}_2\text{N-NH}_2$  – hüdrasiin

X –  $\text{H}_2$  – vesinik

Y –  $\text{N}_2$  – lämmastik

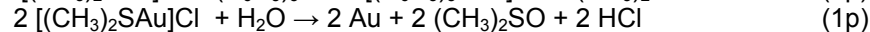
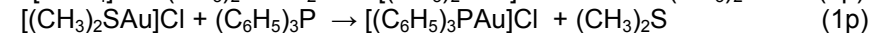
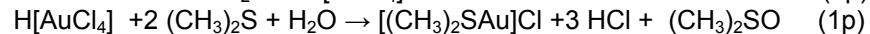
Z –  $[\text{N}_2\text{H}_5^+][\text{N}_3^-]$  – hüdrasiin asiid



**C** –  $\text{Cl}_2$  kloor (1p)

b) X – Au, kuld. Metallilisel kujul on stabiilne, enamike ainetega ei reageeri ning omab enamikest metallidest erinevat värvust. (1p)

B – NO, lämmastikmonooksiid (1p)



**(9p)**