

Diplomi-insinöörien ja arkkitehtien yhteisvalinta – dia-valinta 2015

Insinöörivalinnan kemian koe 27.5.2015

MALLIRATKAISUT JA PISTEET

Lasku- ja huolimattomuusvirheet – ½ p. Loppupisteiden puolia pisteitä ei korotettu ylöspäin, esim. 2½ p. = 2 p.

1 a) Vaihtoehto **B on oikein.**

Elektronit sijoittuvat atomiorbitaaleille kasvavan energian mukaisessa järjestyksessä ("Aufbau periaate). ½ p.

Elektronit täyttävät saman energian omaavat orbitaalit siten, että ne asettuvat omille orbitaaleilleen (samansuuntaisin spinein) niin kauan kuin mahdollista, ts. "parittomien" elektronien lukumäärä on maksimissaan (Hundin sääntö). ½ p.

Σ 1 p.

- Perustelut puuttuvat tai ovat väärin → 0 p.

b)

sp ³	2sp ³	↑—	↑—	↑—	↑—
	1s	↑↓			

sp ²	2p	↑—		
	2sp ²	↑—	↑—	↑—
	1s	↑↓		

sp	2p	↑—	↑—
	2sp	↑—	↑—
	1s	↑↓	

1 p.

- Jos vain sp³ hybridisaatio oikein, 0 p

c) **2 kpl sp**-hybridisoitunutta hiiliatomia ½ p.

7 kpl sp²-hybridisoitunutta hiiliatomia ½ p.

Σ 1 p.

d) O=C=O Sidoskulma on 180 astetta. ½ p.

Hiiliatomi on **sp**- hybridisoitunut (lineaarinen rakenne). ½ p.

Σ 1 p.

- e) Timantissa jokainen hiiliatomi on sitoutunut kovalenttisella sidoksella neljään muuhun hiiliatomiin ja syntyy kolmiulotteinen verkkomainen rakenne. Hiiliatomit ovat sp^3 -hybridisoituneita.

Grafiitissa jokainen hiiliatomi on sitoutunut kovalenttisella sidoksella kolmeen muuhun hiiliatomiin ja syntyy kuusiatomisista hiilirenkaista muodostunut kerrosmainen rakenne. Jokaisen hiiliatomin neljäs elektroni on delokalisoitunut hiilikerrosten väliin. Hiiliatomit ovat sp^2 -hybridisoituneita.

2 p.

Yhteensä 6 p.

2 a)



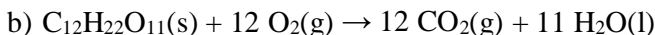
- ii) **Reaktiolämpö ΔH on positiivinen**, joten reaktio sitoo energiaa ja on **endoterminen**. **1 p.**

iii) $M(\text{CO}_2) = 44,01 \text{ g/mol}$ ja $m(\text{CO}_2) = 1,00 \text{ g}$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{1,00 \text{ g}}{44,01 \text{ g/mol}} = 0,02272 \text{ mol}$$

6 moolia CO_2 :a kohtaan reaktiolämpö $\Delta H = +403 \text{ kJ}$.

$$0,02272 \text{ moolia } \text{CO}_2\text{:ta kohtaan reaktiolämpö } \Delta H = \frac{0,02272 \text{ mol}}{6 \text{ mol}} \cdot 403 \text{ kJ} = +1,53 \text{ kJ} \quad \mathbf{1 p.}$$



Sakkaroosin palamisreaktion reaktiolämpö:

$$\Delta H^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ(\text{reaktiotuotteet}) - \sum n \Delta H_f^\circ(\text{lähtöaineet})$$

$$\Delta H^\circ = 12 \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) + 11 \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) - \Delta H_f^\circ(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{s})) - 12 \Delta H_f^\circ(\text{O}_2(\text{g}))$$

$$\Delta H^\circ = 12 \cdot (-393,5) \text{ kJ} + 11 \cdot (-285,8) \text{ kJ} - 1 \cdot (-2222) \text{ kJ} = -5643,8 \text{ kJ} \quad (\text{/ mooli sakkaroosia}) \quad \mathbf{2 p.}$$

Energiatarve on 10 000 kJ/päivä

→ Tarvittava sakkaroosimäärä:

$$n(\text{sakkaroosi}) = \frac{10000 \text{ kJ}}{5643,8 \text{ kJ/mol}} = 1,7719 \text{ mol}$$

$M(\text{sakkaroosi}) = 342,3 \text{ g/mol}$;

$$\rightarrow m(\text{sakkaroosi}) = 1,7719 \text{ mol} \cdot 342,3 \text{ g/mol} = 606,5 \text{ g} \approx \mathbf{600 \text{ g}} \quad \mathbf{1 p.}$$

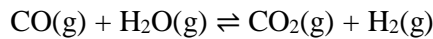
Σ 3 p.

Yhteensä 6 p.

3. a) Kaasujen ainemäärät alussa: CO 1,00 mol, H₂O 2,00 mol, CO₂ 1,00 mol, H₂ 1,00 mol

Astian tilavuus: 2,00 dm³

Alkukonsentraatiot: [CO] = 0,500 mol/dm³, [H₂O] = 1,00 mol/dm³, [CO₂] = 0,500 mol/dm³, [H₂] = 0,500 mol/dm³



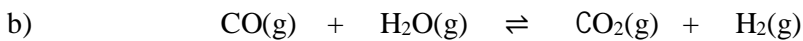
$$Q = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{(0,500 \text{ mol/dm}^3)(0,500 \text{ mol/dm}^3)}{(0,500 \text{ mol/dm}^3)(1,00 \text{ mol/dm}^3)} = 0,500 \quad \mathbf{1 \text{ p.}}$$

→ Koska $Q < 5,10$ (= K), systeemi ei ole tasapainossa ja **reaktio etenee oikealle**, tuotteisiin päin. **1 p.**

Q:n voi ratkaista myös ainemäärillä, kun perustelee, että tilavuudet supistuvat Q:n lausekkeessa pois.

– jos ainemäärien käyttöä Q:n lausekkeessa ei ole perusteltu, – 1 p.

Σ 2 p.



Alussa 0,500 1,00 0,500 0,500
(mol/dm³)

Tasapainossa 0,500-x 1,00-x 0,500+x 0,500+x
(mol/dm³)

$$K = \frac{(0,500+x)(0,500+x)}{(0,500-x)(1,00-x)} = 5,10$$

$$4,10 x^2 - 8,65x + 2,30 = 0$$

$$(x_1 = 1,798)$$

$$x_2 = 0,312$$

1 p.

→ [CO₂] = (0,500 + x) mol/dm³ = (0,500 + 0,312) mol/dm³ = 0,812 mol/dm³ **½ p.**

$V = 2,00 \text{ dm}^3 \rightarrow n(\text{CO}_2) = c \cdot V = 0,812 \text{ mol/dm}^3 \cdot 2,00 \text{ dm}^3 = 1,624 \text{ mol} \approx \mathbf{1,62 \text{ mol}}$ **½ p.**

Tehtävän voi ratkaista myös sijoittamalla K:n lausekkeeseen ainemäärät, kun perustelee, että tilavuudet supistuvat pois.

– jos ainemäärien käyttöä Q:n lausekkeessa ei ole perusteltu, – 1 p. (vain kerran koko tehtävässä)

Σ 2 p.

- c) Kun reaktioastian tilavuus pienenee, paine kasvaa ja tasapainotila siirtyy suuntaan, jossa paine pienenee, eli suuntaan, jossa reaktioyhtälössä on vähemmän kaasumolekyylejä (Le Chatelierin periaate).

Koska reaktioyhtälössä on kummallakin puolella yhtä monta kaasumolekyyleä, ei tilavuuden ja paineen muutos siirrä tasapainotilaa mihinkään suuntaan. 1 p.

- Perustelut puuttuvat tai ovat väärin → 0 p
- Suunta väärin → 0 p

- d) Lämpötilan nosto siirtää reaktion tasapainotilaa endotermiseen eli lämpöä kuluttavaan suuntaan (Le Chatelier).

Koska reaktio on eksoterminen ($\Delta H < 0$) eli reaktiossa vapautuu lämpöä, tasapainotila siirtyy vasemmalle, lähtöaineisiin päin, kun lämpötilaa nostetaan. 1 p.

- Perustelut puuttuvat tai ovat väärin → 0 p
- Suunta väärin → 0 p

Yhteensä 6 p.

4. a) Hapettumisreaktio: $\text{Zn(s)} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$ x 1 p.
Pelkistymisreaktio: $\text{Br}_2(\text{l}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Br}^-(\text{aq})$ +1,07 1 p.

Σ 2 p.

- b) Kennon lähdejännite perustilassa on 1,83 V

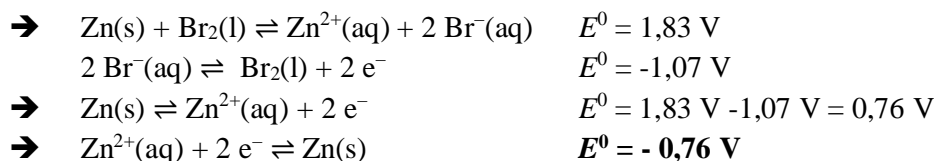
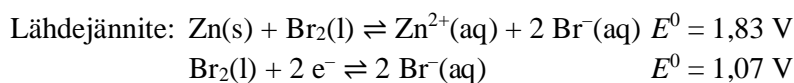
Sinkin hapettumispotentiaali:

$$x + 1,07 \text{ V} = 1,83 \text{ V} \rightarrow x = 1,83 \text{ V} - 1,07 \text{ V} = 0,76 \text{ V}$$

Sinkin pelkistymispotentiaali = **-0,76 V**

1 p.

Tai:



- jos vastaus + 0,76 V → 0 p.

- c) $Q = I t = n z F$

$$n(\text{Br}_2) = \frac{I t}{z F} = \frac{1,50 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s}}{2 \cdot 96485 \text{ A s mol}^{-1}} = 0,027984 \text{ mol} \quad \frac{1}{2} \text{ p.}$$

$$M(\text{Br}_2) = 159,8 \text{ g/mol} \rightarrow m(\text{Br}_2) = n \cdot M = 0,027984 \text{ mol} \cdot 159,8 \text{ g/mol} = 4,4718 \text{ g} \quad \frac{1}{2} \text{ p.}$$

Kun paristosta otetaan virtaa, bromin massa pienenee.

Kun paristosta on otettu virtaa 1,5 A tunnin ajan, on bromin massa pienentynyt arvoon:

$$365 \text{ g} - 4,4718 \text{ g} = 360,5282 \text{ g} \approx \mathbf{361 \text{ mg}}$$

1 p.

Σ 2 p.

- d) Normaalipotentiaali mitataan siten, että vertailuelektrodina käytetään normaalivetyelektrodia, jonka jännitteeksi on sovittu 0,00 V. Tällöin mittauksessa saatava jännite on mitattavan puolikennon (reaktion) normaalipotentiaali.

½ p.

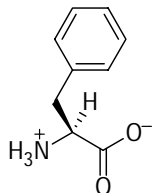
Mittauksessa tulee vakioida **lämpötila** (yleensä 298,15 K), kennoliuosten **konsentraatio** (1,0 M) ja reaktioon osallistuvien **kaasujen paine** (101,3 kPa).

½ p.

Σ 1 p.

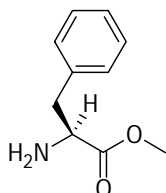
Yhteensä 6 p.

5. a)



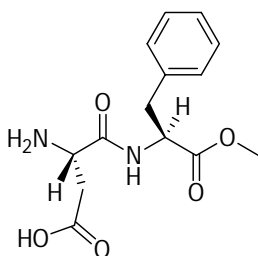
1 p.

b)



1 p.

c)



2 p.

- d) $m(\text{sakkaroosi}) = 106 \text{ g}$, $M(\text{sakkaroosi}) = 342,3 \text{ g/mol}$

$$n(\text{sakkaroosi}) = \frac{m}{M} = \frac{106 \text{ g}}{342,3 \text{ g/mol}} = 0,30967 \text{ mol}$$

$$n(\text{aspartaami}) = \frac{n(\text{sakkaroosi})}{200} = \frac{0,30967 \text{ mol}}{200} = 0,00154835 \text{ mol}$$

½ p.

$$M(\text{aspartaami}) = 294,3 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{aspartaami}) = n \cdot M = 0,00154835 \text{ mol} \cdot 294,3 \text{ g/mol} = 0,455679 \text{ g} \approx \mathbf{456 \text{ mg}}$$

½ p.
Σ 1 p.

e) muurahaishappo (CH₂O₂)

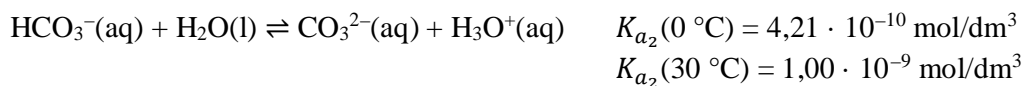
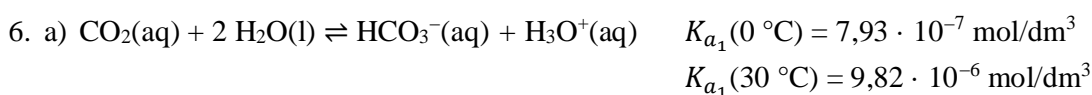
$$M(\text{muurahaishappo}) = 46,026 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n(\text{muurahaishappo}) = 0,00154835 \text{ mol}$$

$$m(\mathbf{\text{muurahaishappo}}) = 0,00154835 \text{ mol} \cdot 46,026 \text{ g mol}^{-1} = 0,0712644 \text{ g} = \mathbf{71,3 \text{ mg}}$$

1 p.

Yhteensä 6 p.



$$K_{a_1} = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CO}_2]} \rightarrow [\text{HCO}_3^-] = \frac{K_{a_1} \cdot [\text{CO}_2]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$K_{a_2} = \frac{[\text{CO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCO}_3^-]} \rightarrow [\text{CO}_3^{2-}] = \frac{K_{a_2} \cdot [\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$\rightarrow [\text{CO}_3^{2-}] = \frac{K_{a_2} \cdot K_{a_1} \cdot [\text{CO}_2]}{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}$$

$$\text{pH} = 7,80 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7,80}$$

$$0 \text{ }^\circ\text{C}: [\text{CO}_3^{2-}] = \frac{4,21 \cdot 10^{-10} \cdot 7,93 \cdot 10^{-7} \cdot 4,96 \cdot 10^{-5}}{(10^{-7,80})^2} \text{ mol/dm}^3 = 6,5923 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

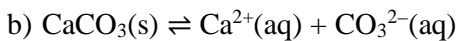
$$\approx \mathbf{6,59 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3}$$

1 ½ p.

$$30 \text{ }^\circ\text{C}: [\text{CO}_3^{2-}] = \frac{1,00 \cdot 10^{-9} \cdot 9,82 \cdot 10^{-6} \cdot 1,99 \cdot 10^{-5}}{(10^{-7,80})^2} \text{ mol/dm}^3 = 7,7797 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

$$\approx \mathbf{7,78 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3}$$

1 ½ p.
Σ 3 p.



$$K_s(0\text{ }^\circ\text{C}) = 7,73 \cdot 10^{-7} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$$

$$K_s(30\text{ }^\circ\text{C}) = 7,25 \cdot 10^{-7} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$$

$$\text{Ionitulo}(0\text{ }^\circ\text{C}) = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = (0,010 \cdot 6,59 \cdot 10^{-5}) \text{ mol}^2/\text{dm}^6$$

$$= 6,59 \cdot 10^{-7} \text{ mol}^2/\text{dm}^6 < K_s(0\text{ }^\circ\text{C}) \quad \frac{1}{2} \text{ p.}$$

$$\text{Ionitulo}(30\text{ }^\circ\text{C}) = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = (0,010 \cdot 7,78 \cdot 10^{-4}) \text{ mol}^2/\text{dm}^6$$

$$= 7,78 \cdot 10^{-6} \text{ mol}^2/\text{dm}^6 > K_s(30\text{ }^\circ\text{C}) \quad \frac{1}{2} \text{ p.}$$

Lämpötilassa 0 °C ionitulo < liukoisuustulo, joten **kalsiumkarbonaattia liukenee.** 1 p.

Lämpötilassa 30 °C ionitulo > liukoisuustulo, joten **kalsiumkarbonaattia ei liukene.** 1 p.

Σ 3 p.

Yhteensä 6 p.