

13.1.2017

Muodostumislämpö -laskuja

1. Kalsiumhydroksidin liukeneminen veteen on eksoterminen tapahtuma.
 - a) Kirjoita liukenemisreaktioyhtälö olomuotomerkintöineen.
 - b) Mitä sidoksia katkeaa ja mitä muodostuu kalsiumhydroksidin liuetessa?
 - c) Kuluuko sidosten katkaisemiseen enemmän vai vähemmän energiaa kuin sidosten muodostuessa vapautuu?
 - d) Piirrä liukenemisen energiakaavio.
2.
 - a) Mitä tapahtumaa kuvaa yhtälö $\text{CO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$?
 - b) Mitä sidoksia tapahtumassa katkeaa? Muodostuuko uusia sidoksia?
 - c) Onko tapahtuma endo- vai eksoterminen?
 - d) Miten hiilidioksidimolekyylit liikkuvat toistensa suhteen kiinteässä ja kaasumaisessa olomuodossa?
3. Vesi voidaan hajottaa sähkövirran avulla eli elektrolyytisesti happi- ja vetykaasuksi.
 - a) Kirjoita veden hajoamisreaktioyhtälö, jossa kertoimet ovat pienimpiä mahdollisia kokonaislukuja.
 - b) Veden muodostumisentalia $\Delta H_f^\circ = -285,8 \text{ kJ/mol}$. Mikä on veden hajoamisentalia vertailuolosuhteissa a)-kohdan reaktioyhtälön ilmoittamia ainemääriä kohti?
 - c) Piirrä veden hajoamisreaktion energiakaavio.
 - d) Kuinka paljon energiaa kuluu, kun 1,0 kg vettä hajotetaan elektrolyytisesti vertailuolosuhteissa? Käytännössä energiaa kuluu enemmän kuin tässä laskettu määrä, koska elektrolyysin hyötysuhde ei ole 100 %.
4. Nitrometaani CH_3NO_2 on nestemäinen polttoaine, jota käytetään mm. kiihdytysautoissa ja lennokeissa. Nitrometaani palaa seuraavasti:
$$4 \text{CH}_3\text{NO}_2(\text{l}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{N}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
Nitrometaanin muodostumislämpö on vertailuolosuhteissa -112 kJ/mol .
 - a) Laske nitrometaanin palamisentalia vertailuolosuhteissa.
 - b) Kuinka paljon energiaa vapautuu, kun yksi mooli nitrometaania palaa puhtaassa hapessa?
 - c) Metanolia käytetään myös kiihdytysautojen ja lennokkien polttoaineena. Kumpi on energiasuurempi polttoaine, nitrometaani vai metanoli? Metanolin lämpöarvo on $19,5 \text{ MJ/kg}$.
5. Sykloheksaanin C_6H_{12} palamisentalia vertailuolosuhteissa on $-3923,7 \text{ kJ}$ (yhtä sykloheksaanimoolia kohti).
 - a) Kirjoita sykloheksaanin palamisreaktioyhtälö olomuotomerkintöineen.
 - b) Laske sykloheksaanin muodostumisentalia vertailuolosuhteissa.
6.
 - a) Ammoniumnitraatti liukenee hyvin veteen. Kirjoita tapahtumasta reaktioyhtälö.
 - b) Mitä sidoksia katkeaa ja mitä sidoksia muodostuu ammoniumnitraatin liuetessa?
 - c) Laske ammoniumnitraatin liukenemisentalia ΔH° , kun tiedetään seuraavat

muodostumisentalpiat: $\Delta H_f^\circ(\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})) = -365,6 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_f^\circ(\text{NH}_4^+(\text{aq})) = -132,5 \text{ kJ/mol}$ ja $\Delta H_f^\circ(\text{NO}_3^-(\text{s})) = -205,0 \text{ kJ/mol}$.

d) Voidaanko ammoniumnitraattia ja vettä käyttäen valmistaa kylmä- vai lämpöhaude? Perustele.

- 7.** Yksi tavallisimmista sinkkimineraaleista on sinkkivälke ZnS . Sinkin valmistuksen ensimmäisessä vaiheessa sinkkivälke pasutetaan kuuman hapen avulla sinkkioksidiksi:
 $2 \text{ZnS}(\text{s}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ZnO}(\text{s}) + 2 \text{SO}_2(\text{g})$
Kuinka paljon lämpöenergiaa vapautuu, kun 3,0 tn sinkkivälkettä pasutetaan sinkkioksidiksi? (Oletetaan, että pasutusentalpia on pasutusuunin olosuhteissa sama kuin vertailuolosuhteissa).
Muodostumisentalpiat: $\Delta H_f^\circ(\text{ZnO}(\text{s})) = -348,3 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_f^\circ(\text{ZnS}(\text{s})) = -206,0 \text{ kJ/mol}$ ja $\Delta H_f^\circ(\text{SO}_2(\text{g})) = -296,9 \text{ kJ/mol}$.
- 8.** Termiittireaktiota käytetään liitettäessä rautatiekiskoja päittäin yhteen. Reaktiossa alumiini pelkistää rauta(III)-ionin metalliseksi raudaksi:
 $2 \text{Al}(\text{s}) + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{s}) + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$
Syttyminenä on pieni määrä alumiinin joukkoon sekoitettua bariumperoksidia BaO_2 . Reaktiossa syntyvä sula rauta valuu kiskojen päiden väliin ja hitsaa kiskot yhteen.
a) Laske termiittireaktion reaktioentalpia vertailuolosuhteissa.
b) Kuinka paljon lämpöä vapautuu vertailuolosuhteissa, kun termiittipanoksessa on 50,0 g rauta(III)oksidia?
- 9.** Mikä seuraavista väittämistä ovat väärä? Kaikkia reaktioita tarkastellaan vertailuolosuhteissa. Perustele lyhyesti mahdolliset väärät väittämät.
a) Eksotermisen reaktion reaktioentalpia on aina positiivinen.
b) Endotermisen reaktion lähtöaineiden sidokset ovat vahvempia kuin reaktiotuotteiden sidokset.
c) Yhdiste on sitä pysyvämpi, mitä enemmän energiaa vapautuu sen muodostuessa alkuaineistaan.
d) Propeenin muodostumisentalpia on +20,4 kJ/mol ja propaanin -103,9 kJ/mol. Muodostumisentalpioista voidaan päätellä, että propeeni on pysyvämpi ja vähemmän reaktiivinen kuin propaani.
e) Grafiitin palamisentalpia on yhtä suuri kuin timantin palamisentalpia.
f) Grafiitin palamisentalpia on yhtä suuri kuin hiilidioksidin muodostumisentalpia.
g) Vedyn palamisentalpia on yhtä suuri kuin vedyn muodostumisentalpia.
h) Reaktion $2 \text{S}(\text{s}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{SO}_3(\text{g})$ reaktioentalpia on sama kuin rikkiatrioksidin muodostumisentalpia.
i) Sidosenergia on aina positiivinen.
- 10.** Tarkastellaan vedyn palamista, $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Jos vetykaasu palaa nopeudella 4,6 mol/s, niin mikä on happikaasun kulumisnopeus ja vesihöyryn muodostumisnopeus?