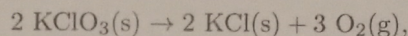


Kemiallinen termodynamiikka 1. välikoe

21.10.2019

Vastausaikaa on neljä tuntia. Tentissä saa olla kirjoitusvälineiden lisäksi laskin, kokeen mukana jaettava taulukkolista ja A4-kokoinen lunttilappu, jossa tekstiä saa olla vain yhdellä puolella. Kirjoita nimesi ja opiskelijanumerosi jokaiselle vastauspaperille. **HUOM! Laske jokainen tehtävä erilliselle konseptille.**

1. Tarkastellaan alla esitettyä reaktiota lämpötilassa 298 K ja paineessa 1 atm



missä

$$\Delta_f H^\circ[\text{KClO}_3(\text{s})] = -392,05 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \text{ja} \quad \Delta_f H^\circ[\text{KCl}(\text{s})] = -436,75 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

Vastaa perustellen seuraaviin kysymyksiin.

- Mitä tarkoitetaan muodostumisentalpialla? Mikä määritelmän perusteella olisi $\text{O}_2(\text{g})$:n muodostumisentalpia?
- Laske standardireaktioentalpia muodostumisentalpioiden avulla. Onko reaktio endo- vai eksoterminen?
- Laske reaktion standardinen sisäenergian muutos. Perustele käyttämäsi approksiimaatiot lyhyesti. Esitä fysikaalinen tulkinta sille, miksi $\Delta_r H > \Delta_r U$ reaktiossa.

(2,0 p. + 2,5 p. + 3 p. = 7,5 p.)

2. Vastaa huolellisesti perustellen seuraaviin kysymyksiin.

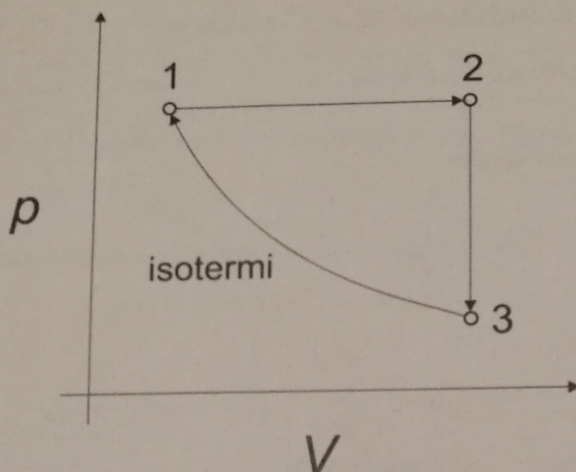
- Esittele yksi tapa, jolla kemiallisen reaktion entalpia voidaan määrittää kokeellisesti.
- Määrittele termodynamiikan toinen pääsääntö entropian käsitettä käyttäen.
- Mitä tapahtuu nestemäisen veden entropialle veden jäätyessä? Miksi veden jäätyminen riittävän alhaisissa lämpötiloissa ei ole ristiriidassa termodynamiikan toisen pääsäännön kanssa?
- Tarkastele moolin näytteitä argon- ja typpikaasuja. Kummalla on isompi lämpökapasiteetti? Miksi?

(2,5 p. + 1 p. + 2 p. + 2 p. = 7,5 p.)

3. Kahden moolin ideaalikaasunäyte viedään Kuvan 1 mukaisen reversiibelin syklin läpi. Vastaa napakasti perustellen seuraaviin kysymyksiin:

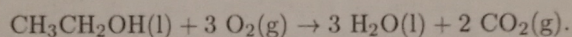
- Päättele ideaalikaasun tilanyhtälön avulla, onko kaaviossa $T_3 > T_2$ vai $T_3 < T_2$?
- Mitä voit sanoa suureista ΔH , ΔU , ΔS , ΔS_{sur} ja ΔS_{tot} koko sykliselle prosessille?
- Ovatko suureet w , q , ΔU , ΔH , ja ΔS positiivisia, negatiivisia vai nollia kussakin osavaiheessa?
- Ovatko q ja w koko syklille positiivisia, negatiivisia vai nollia?

(1 p. + 1 p. + 6 p. + 1 p. = 9 p.)



Kuva 1: Tehtävän 3 reversiibeli sykli

4. Ihmiskeho hapettaa etanolia monimutkaisen prosessin kautta vedeksi ja hiilidioksidiksi:



- a) Selvitä prosessin entropian muutos 25°C lämpötilassa alla olevan taulukon tietojen perusteella. Selitä saamaasi arvoa entropian tilastollisen tulkinnan valossa.
- b) Näytä reaktioentropian yhtälöstä $\Delta_r S = \sum \nu_i S_m^\circ(i)$ lähtien, että jos reaktioentropia tunnetaan lämpötilassa $T_0 = 25^\circ\text{C}$, se saadaan laskettua lämpötilassa T yhtälöllä

$$\Delta_r S(T) = \Delta_r S(T_0) + \int_{T_0}^T \frac{\Delta_r C_{p,m}}{T} dT,$$

missä $\Delta_r C_{p,m} = \sum \nu_i C_{p,m}(i)$.

- c) Laske reaktion entropian muutos ihmiskehon lämpötilassa 37°C . Muista perustella käyttämäsi approksimaatiot!

(2 p. + 2 p. + 2 p. = 6 p.)

	$S_m^\circ(i) / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$	$C_{p,m}(i) / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(l)$	160,7	112,3
$\text{O}_2(g)$	205,2	29,4
$\text{H}_2\text{O}(l)$	70,0	75,3
$\text{CO}_2(g)$	213,8	37,1