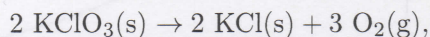


Vastausaikaa on neljä tuntia. Tentissä saa olla kirjoitusvälineiden lisäksi laskin, kokeen mukana jaettava taulukkolista ja A4-kokoinen lunttilappu, jossa tekstiä saa olla vain yhdellä puolella. Kirjoita nimesi ja opiskelijanumerosi jokaiselle vastauspaperille. **HUOM! Laske jokainen tehtävä erilliselle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

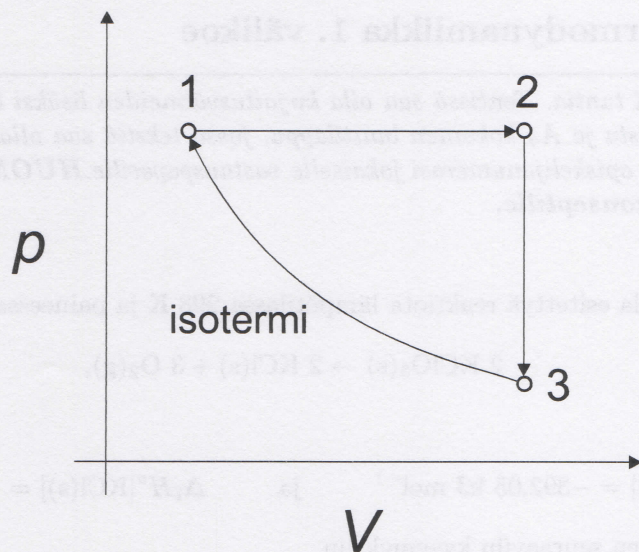
(2,5 p. + 1 p. + 2 p. + 2 p. = 7,5 p.)

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  $\Delta H$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta S_{\text{sur}}$  ja  $\Delta S_{\text{tot}}$  koko sykliselle prosessille?
- Ovatko suureet  $w$ ,  $q$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta H$ , ja  $\Delta S$  positiivisia, negatiivisia vai nollia kussakin osavaiheessa?
- Ovatko  $q$  ja  $w$  koko syklille positiivisia, negatiivisia vai nollia?

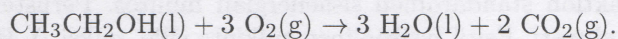
(1 p. + 1 p. + 6 p. + 1 p. = 9 p.)





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  $T_0 = 25 \text{ °C}$ , 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