

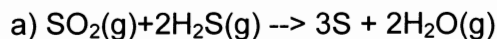
- Vastaa luentotehtäviin (1,2 ja 3) ja laskuharjoitustehtäviin (4,5 ja 6) eri konseptipapereille.
- Apumateriaalin käyttö kielletty.
- Vastausaika 3 h.

KYSYMYKSET LUENNOISTA

1. Liekkisulatusprosessi. Esitä missä muodossa alkuaineet kupari (Cu), happi (O) ja rikki (S) menevät sisään prosessiin ja poistuvat prosessista. Esitä myös liekkisulatusuunin energiatase, eli mitkä virtaukset ja reaktiot/ilmiöt tuovat ja vievät energiaa prosessissa. (6 p)
2. Sellutehtaan prosessien kehitysmahdollisuuksia. (6 p.)
3. Luettele esimerkkejä kemian teollisuuden yksikköprosesseista sekä niiden toiminnasta, joissa käytetään katalyyttiä (syöte, prosessointi, tuotteet) (6 p.)

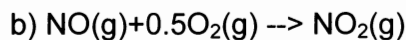
KYSYMYKSET LASKUHARJOITUKSISTA

4. On seuraavat reaktiot ja tiedot niistä:



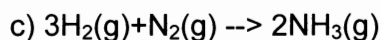
$\Delta H_R = -145.84 \text{ kJ/mol}$ (298.15 K), SO_2 20 mol/s, H_2S 24 mol/s, H_2O 5 mol/s ja N_2 loput.

Rajoittavan lähtöaineen konversio 0.3.



$\Delta H_R = -57.08 \text{ kJ/mol}$ (298.15 K), NO 20 mol/s, O_2 15 mol/s, NO_2 2 mol/s ja N_2 loput.

Rajoittavan lähtöaineen konversio 0.5.

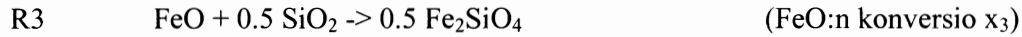
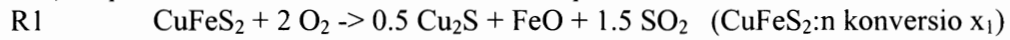


$\Delta H_R = -91.88 \text{ kJ/mol}$ (298.15 K), H_2 30 mol/s, N_2 20 mol/s, NH_3 2 mol/s ja Argon(Ar)

loput. Rajoittavan lähtöaineen konversio 0.4.

Mikä on reaktioiden luovuttama tai kuluttama lämpö (J/s) reaktion rajoittavaa lähtöainetta kohden? (6 p).

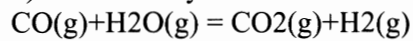
5. a) Kuparin valmistus liekkisulatusuunissa tapahtuu seuraavien reaktioiden mukaisesti:



Tee reaktioille yhdistetty ainetase, kun sisään uuniin menee seuraavat ainemäärät (3p):

aine	ainemäärä
CuFeS ₂	a
O ₂	b
SiO ₂	c
FeS	d
Cu ₂ O	e
N ₂	3,76 b

b) Prosessiin syötetään kaasuseos, ja siinä tapahtuu seuraava reaktio:



Sisäänsyötettävän Kaasun koostumus on seuraava: CO 20 mol-%, CO₂ 15 mol-%, H₂O 10 mol %, H₂ 15 ja N₂ loput. Prosessin paine on 15 bar.

Määritä näiden avulla kaasuseoksen kemiallisen tasapainon mukainen ulostulokoostumus, kun prosessin keskimääräinen lämpötila on 450 °C ja kemiallisen tasapainon oletetaan asettuvan tässä lämpötilassa. Tasapainovakion arvo on $K = 6$. Oleta perustaksi vaikkapa 100 mol/s kaasua sisään. (3p)