

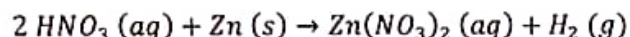
- Kirjoitusvälineet ja ei-ohjelmitava laskin sallittu
- Vastausaika 3 h.
- Kysymyspaperia ei tarvitse palauttaa.

KYSYMYKSET LUENNOISTA

1. Kuvaa raudan ja teräksen valmistusprosessi koksien avulla rautamalmista tuotteisiin. (4 p.). Miten hiilineutraali teräs eroaa tästä ja mitä mahdollisuuksia ja haasteita siinä on? (4 p)
2. Kuvaa sellutehtaan toiminta raaka-aineista tuotteisiin, mukaanlukien energia- ja ympäristönäkökohdat. (4 p.). Mainitse sellutehtaan biotuotteita (2 p.) sekä tehtaan olennaisia turvallisuusnäkökohtia (2 p).
3. Uusiutuvan dieselin tuotantoprosessi raaka-aineista tuotteisiin (4 p.). Teollisen biotekniikan tyypilliset raaka-aineet, tuotantoprosessit ja tuotteet (4 p.)

KYSYMYKSET LASKUISTA

4. Tapahtuu seuraava reaktio.



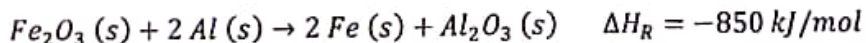
Prosessiin tulee sisään typpihappoa (HNO_3) 2,5 mol/s ja sinkkiä (Zn) 5 mol/s.

Rajoittavan lähtöaineen konversio on 85 %. Piirrä prosessikaavio ja määritä prosessin ainetase sekä alkuainetase. (8 p.)

Aine	M (g/mol)
HNO_3	63,015
Zn	65,38
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	189,394
H_2	2,016

Alkuaine	M (g/mol)
H	1,008
N	14,007
O	16,00
Zn	65,38

5. Tapahtuu seuraava reaktio.



Prosessiin tulee sisään rautaoksidia (Fe_2O_3) 5,5 mol/s ja alumiinia (Al) 13 mol/s.

Rautaoksidi ja alumiini syötetään prosessiin sisään 40 °C lämpötilassa. Rajoittavan lähtöaineen konversio on 70 % ja reaktiolämpö on -850 kJ/mol. Määritä prosessin ainetase ja ulostulolämpötila. (8 p.) (Jatkuu seuraavalle sivulle).

Aine	M (g/mol)	C_{pm} (J/mol K) $T_{ref} = 25\text{ °C}$
Fe ₂ O ₃	159,69	135
Al	26,98	40
Fe	55,845	50
Al ₂ O ₃	101,96	140