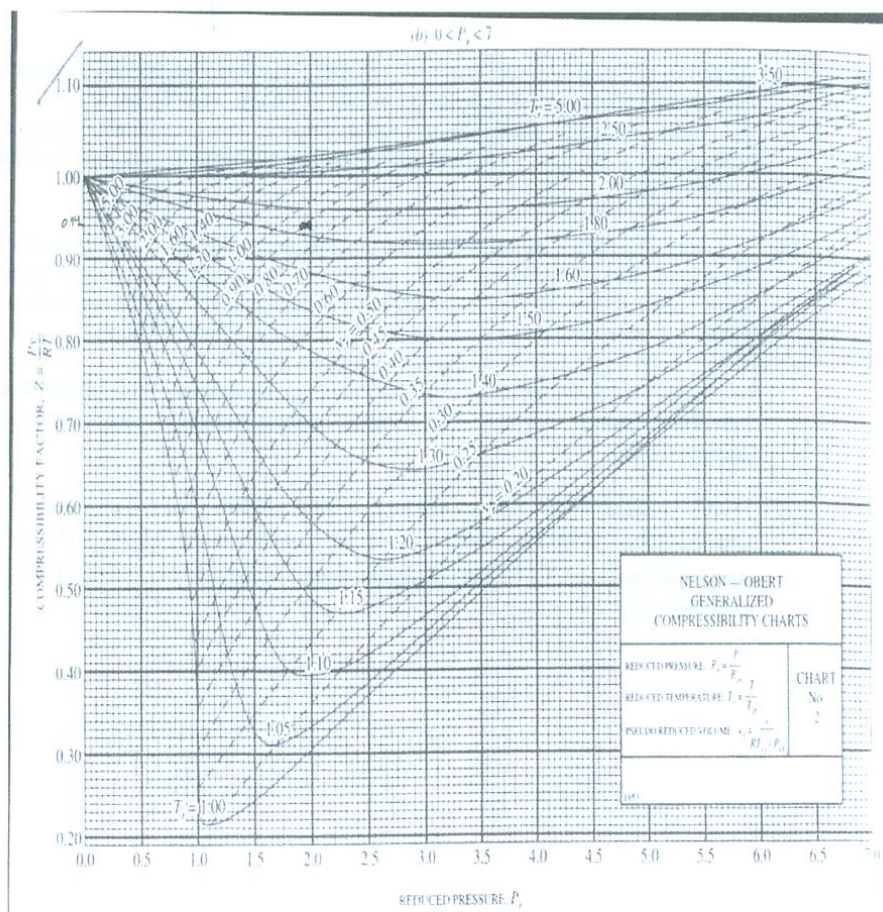


Ene-39.3004 Kemiallinen termodynamiikka

Tentti 20.10.2014 klo 16.00-20.00.

Vastaa kaikkiin kuuteen tehtävään.

1. Suljettu säiliö, jonka tilavuus on 50 litraa, sisältää happea paineessa 10 MPa ja lämpötilassa 20 °C. Säiliö jäädytettiin lämpötilaan -100 °C. Mikä on hapen lopullinen paine säiliössä. Hapen kriittinen piste on (-118,8 °C, 50.35 bar). Alla kokoonpuristuvuusdiagrammi.



2. Reaktion $\text{N}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{g})$ tasapainovakio lämpötilassa 1900 K on mittausten mukaan $K = 10^{-6}$ ja reaktioentalpia samassa lämpötilassa on mittausten mukaan $\Delta H = 88 \text{ kJ/mol}$. Laske tämän perusteella typpidioksidin $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ absoluuttinen entropia lämpötilassa 1900 K ja yhden barin paineessa. Typpikaasun absoluuttinen entropia tässä lämpötilassa ja paineessa on $s^0 = 250,2 \text{ J/molK}$ ja happikaasun entropia $266,8 \text{ J/molK}$.
3. Lisäämällä natriumkloridisuolaa veteen saadaan sen jäätymispiste alenemaan. Yhteen vesikiloon liuotetaan suolaa 20 g. Laske liuoksen jäätymispiste ja kiehumispiste, kun veden aktiivisuuskertoimenä liuoksessa käytetään arvoa $\gamma = 0,8$.
4. Reaktion $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ reaktionopeusmalli vasemmalta oikealle ($\text{mol/dm}^3\text{s}$) on $k_+c_{\text{H}^+}c_{\text{OH}^-}$, missä 25°C :lle vedelle on $k_+ = 1,5 \cdot 10^{-11} \text{ dm}^3/\text{mols}$. Määritä tämän ja termodynaamisen tasapainoteorian perusteella käänteisen (oikealta vasemmalle) reaktionopeusmallin $k_{-\text{CH}_2\text{O}}$ ($\text{mol/dm}^3\text{s}$) reaktiovakio k_- .
5. a) Laske ja piirrä vetyplottokennon teoreettinen sähköteho hapen osapaineen funktiona, kun vetykaasun paine on 4,1 bar ja vesihöyry poistuu kennosta paineessa 1,4 bar. Kennoja on sarjaan kytkettynä 100 kpl ja polttokennoon syötetty kokonaisvetyvirta on 0,2 mol/s. Kennon toimintalämpötila on 900 K ja vety sekä happi tulevat sisään lämpötilassa 800 K.
b) Laske kehittyvä teoreettinen lämpöteho ja lämpöteho, kun yhden kennon todellinen jännite on 0,75 V. Happi otetaan suoraan ulkoilmasta ilman kompressoria.
6. Mitä ilmakerrointa on käytettävä kaasuturbiinin polttokammiossa, jotta adiabaattinen lämpötila olisi 1260 K? Polttoaineen C_nH_{2n} lämpöarvo standarditilassa on 42 MJ/kg. Tulevan ilman lämpötila on 410 K. Palaminen oletetaan täydelliseksi.