

BIT 390 – Energifysikk
Regneøvelser høsten 2011.

Oppgavesett til 1/9 2011

OPPGAVE 1:

I 2007 brukte Norges 2.07 millioner husholdninger 44 700 GWh energi, unntatt forbruk til privat transport (hovedsakelig bilkjøring). Vi minner om SI-prefiksene M (mega) = 10^6 , G (giga) = 10^9 , T (tera) = 10^{12} , P (peta) = 10^{15} og E (exa) = 10^{18} , og viser forøvrig til tillegg A i læreboken.

- Hvor mange Joule tilsvarer de norske husholdningenes årsforbruk?
- Hvor mange W år tilsvarer dette?
- Hvor stor sprengkraft, målt i tonn TNT, har en atombombe som frigjør samme energimengde som de norske husstandene bruker i året?
- Hva var gjennomsnittshusstandens årlige energiforbruk i 2007? Oppgi svaret i kWh.
- 78% av energien ble levert som elektrisk energi. Hvor stor var det gjennomsnittlige elektriske effektforbruket pr husstand?

OPPGAVE 2:

Kull, slik det utvinnes i kullgruver, inneholder i tillegg til amorft kull (sot) både hydrokarboner og ikke-brennbare forurensninger. Den spesifikke brennverdien (reaksjonsentalpien), ΔH , varierer derfor svært mye fra gruve til gruve. For det beste kullet kan den være så høy som 35 MJ/kg, men en mer typisk verdi er $\Delta H = 24$ MJ/kg. Bruk denne verdien til å finne hvor mye kull som behøves for å holde en 100 W lyspære tent i et år, dersom strømmen kommer fra et kullkraftverk med en virkningsgrad på 40%.

OPPGAVE 3:

Vi ønsker å benytte en varmepumpe til å holde temperaturen i et hus på $T_i = 20^\circ\text{C}$. Huset mister varme etter formelen:

$$\dot{Q} = C(T_i - T_u),$$

der T_u er utetemperaturen, og konstanten C har verdien $C = 1\,000$ W/K. Varmepumpen bruker uteluften som varmekilde,

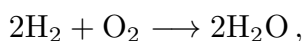
- Hvor stor effekt, P_C , må motoren til varmepumpen yte når $T_u = 0^\circ\text{C}$, dersom den er en Carnot-maskin.
- Vis at P_C er proporsjonal med $(T_i - T_u)^2$.

Det er mer realistisk å anta at kjølemotoren i varmepumpen har en lavere kjølefaktor (ytelseskoeffisient). Bruk verdien $K = 0.5K_{max}$. i det følgende.

- c) Hvor stor motoreffekt, P , er nå nødvendig, dersom de øvrige parameterne er uforandret?
- d) Hvor stor motoreffekt er nødvendig dersom $T_u = -10^\circ\text{C}$?
- e) Hvilken motoreffekt er nødvendig ved de samme to utetemperaturer dersom man i stedet bruker jordvarme som varmekilde, med en effektiv temperatur på 0°C ?

OPPGAVE 4:

- a) Beregn ΔH^θ , ΔG^θ , ΔS^θ og η_{\max} for reaksjonen:



ut fra verdiene i tabell 1.1 i læreboken. Vannet er i dampform. [Hint: Det er en liten trykkfeil i boken.]

- b) Beregn temperaturen der vi får termisk dissosiasjon av vanndamp (dvs. reaksjonen skifter retning), basert på resultatene i forrige punkt. [Hint: Trykkfeilen i boken påvirker svaret her.]
- c) Beregn $\Delta G^\theta(T)$ ved $T = 1\,000^\circ\text{C}$, dersom du antar, som læreboken, at ΔH^θ og ΔS^θ er uavhengige av T , og finn av dette den teoretisk maksimale virkningsgraden ved denne temperaturen, når trykket er uforandret.

I tillegget til forelesningsnotatene for 25/8 2011 er det vist at ΔH^θ og ΔS^θ også er temperaturavhengige, og at vi for en ideal gass ved uforandret trykk har:

$$\Delta H^\theta(T) \approx \Delta H^\theta + C_p(T - T_0),$$

og

$$\Delta S^\theta(T) \approx \Delta S^\theta + C_p \ln \frac{T}{T_0}.$$

Her er C_p den molare varmekapasiteten ved konstant trykk, som vi antar har verdien $C_p^1 = 29\text{ J/mol}\cdot\text{K}$ for H_2 og O_2 og $C_p^2 = 34\text{ J/mol}\cdot\text{K}$ for vann i gassform.

- d) Finn $\Delta H^\theta(T)$ og $\Delta S^\theta(T)$ for de tre gassene ved $T = 1\,000^\circ\text{C}$ med de nye antagelsene.
- e) Finn η_{\max} ved $T = 1\,000^\circ\text{C}$ på grunnlag av beregningene i forrige punkt og formler i tillegget til forelesningsnotatene for 25/8 2011.