

Bokmål**Norges Teknisk Naturvitenskapelige Universitetet****Fakultet for fysikk, informatikk og matematikk****Institutt for fysikk**

EKSAMEN I: F221 Energi og miljøfysikk

DATO: 17. desember 1997 TID: 09.00-15.00

Antall vekttall: 4 Tillatte hjelpemidler:

Antall sider: 3 Matematiske tabeller, kalkulator

Sensurdato: 18. januar 1998

Oppgave 1.

Et menneske har overflateareal på 1.5 m^2 , midlere over overflatetemperatur $T_m = 35^\circ \text{C}$ og et energiinntak på 10 MJ pr døgn.

Emissiviteten: $\varepsilon = 0.9$,Naturlig konveksjon er: $h_{nc} = 1.43 (D \text{ T/K})^{-1/4}$ Stefan-Boltzmanns konstant: $\sigma = 57 \text{ nW/m}^2\text{K}^4$ Fordampningsvarmen for vann: 2.0 MJ/l

a)

Hvor mye svetter en naken person pr. døgn når vedkommende er i termisk likevekt med omgivelsene som holder $T_m = 27^\circ \text{C}$?

b)

Hvor mye svetter personen pr. døgn om vedkommende har på seg tykt ullundertøy (antar for enkelthets skyld at undertøyet dekker 100% av kroppen) ? Overflatetemperatur og omgivelses temperatur er som i a).

Undertøyet har en tykkelse på 5 mm, varmeledningsevnen for stoffet er $\lambda = 0.04 \text{ W/K} \cdot \text{m}$.

c)

Hvor mye vil personen svette pr. døgn om vedkommende plasseres naken inne i en glassklokke der avstanden mellom kroppen og veggen er fra 5 cm til 10 cm. Gjør de antagelser du mener er nødvendig for å komme fram til et svar, og begrunn dem.

Oppgave 2

a)

Gjør rede for hva som forstås med eksergivirkningsgrad og bakgrunnen for at denne virkningsgraden innføres.

b)

Et gassbasert kraftverk genererer elektrisitet ved hjelp av en dampturbinen. Vann som holder omgivelsestemperatur, 300 K, tas inn og føres i et system med høyt trykk (ca. 60 atm.). Vannet fordampes ved 550K under disse forholdene. Dampen er varmet til 900 K når den går inn i turbinen. Energien til hele denne prosessen tas fra den brennende gassen og eksosen som avkjøles fra 1300 K og ned til 400 K. Varmekapasiteten til gassen antas konstant og uavhengig av temperaturen. Eksergiinnholdet for gass/luft før forbrenningen antas å være likt med forbrenningsvarmen. Hva blir kraftverkets totale eksergivirkningsgrad ϵ_{tot} , hvis eksergivirkningsgraden til turbinen-generatoren er $\epsilon_{\text{tg}} = 0.8$?

Varmekapasitet til vann: 4.0 kJ/(kgú K)

Varmekapasitet til damp: 2.0 kJ/(kgú K)

Fordampningsvarmen til vann ved 550K: 1.6 MJ/kg.

c)

Diskuter prinsippene for varmepumpen. Hvordan defineres varmefaktoren for en varmepumpe? Varmepumper kunne blitt brukt i mye større grad i dag enn det som er tilfelle. Begrunn dette nærmere.

Oppgave 3

a)

Vis at effekten gjennom et tverrsnitt A i et vindfelt med hastighet u_0 er

$$P_0 = A \rho u_0^3 / 2 \quad (1)$$

Det såkalte Betz-kriteriet sier at for en vindturbin med tverrsnitt A er effekten begrenset ved

$$P < C_{TB} P_0, \quad C_{TB} = 16/27 \quad (2)$$

Utleed denne betingelsen, og gjør rede for de antagelser som gjøres.

b)

Utleed også et uttrykk for aksialkraften som virker på en turbin, og finn spesielt uttrykket for aksialkraften når turbinen gir maksimal effekt ut fra Betz-kriteriet. Gjør rede for den typiske effekt-funksjonen $P(u_0)$ for praktiske vindturbiner og bakgrunnen for dens form. Angi hvilke reguleringsprinsipper som brukes for å oppnå formen.

c)

Diskuter hvordan fordelingen av vindhastigheten u_0 over året på et sted kan karakteriseres, og still opp ett uttrykk som angir forventningsverdien av den årlige energiproduksjon for et vindkraftverk.

MERK:

Studentene må primært gjøre seg kjent med sensur ved å oppsøke sensuroppslagene. Evt. telefonhenvendelser om sensur må rettes til instituttet. Eksamenskontoret vil ikke kunne svare på slike henvendelser.