

Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet
Institutt for fysikk

Kontaktperson:

Navn: Turid Worren Reenaas

Tlf: 7359 0386

EKSAMEN i FY 2290 Energiressurser

Torsdag 29. mai 2008

Varighet: 9-13

Antall sider: 4

Sensurfrist: 19. juni 2008

Tillatte hjelpemidler: Godkjent kalkulator, HP30S

Fysiske parametere, konverteringstabell og likningsliste finnes på side 4.

Du må svare på alle spørsmålene i alle oppgavene. Vekten til hvert spørsmål er gitt i parentesen først i hver deloppgave.

OPPGAVE 1: ENERGI FRA SOLA

- a) (10%) Sola er den viktigste energikilden vi utnytter (direkte, indirekte, aktivt og passivt) på jorda. Hva er opprinnelsen til denne energien og hvordan transporteres den til jorda?
- b) (10%) Skisser solspektret (dvs intensitet som funksjon av bølgelengde eller fotonenergi) slik det er
 - i) utenfor jordas atmosfære og
 - ii) ved jordas overflateSkisser begge spektrene i samme figur, og forklar hva årsaken til forskjellen på de to er.
- c) (5%) Gi en tallverdi på innstrålt solenergi per sekund og kvadratmeter utenfor jordas atmosfære. Hva kalles denne? Hva er solinnstrålingen i gjennomsnitt (midlet over sted, årstid og klima/vær) redusert til ved jordas overflate?
- d) (15%) På hvilke måter kan solenergien utnyttes direkte? Lag gjerne skisser av oppsett/teknologier og oppgi (relative) konverteringseffektivitet(er).
- e) (10%) Forklar kort hvordan solenergi kan utnyttes indirekte, og hva de to-tre viktigste fordelene og ulempene med de ulike måtene er.

Fysiske parametere, konverteringstabell og likningsliste finnes på side 4.

OPPGAVE 2: KJERNEKRAFT

- a) (10%) Beskriv kort hvordan energi konverteres fra en form til en annen i et typisk kjernekraftverk. Ta med alle trinnene fra det som skjer med brensel til siste trinn som er elektrisitetsproduksjon.
- b) (10%) Forklar hvordan man i et typisk kjernekraftverk med uran som brensel holder kjedereaksjonen gående. Hva gjør man for å hindre at den løper løpsk?
- c) (5%) Hva er "forsinkede nøytroner" (*engelsk: "delayed neutrons"*)? Hvorfor er de viktige når det er snakk om kjernekraftsikkerhet?

OPPGAVE 3: ENERGIFORSYNING OG ISOLASJON PÅ HYTTA

- a) (5%) Du installerer en liten vindturbin med en effektivitet på 50 % av den teoretiske grensa, på hytta di på Oppdal. Turbinen har en diameter på 1 m, som er en typisk størrelse på en vindturbin for "privat bruk".

Hvor stor effekt gir vindturbinen hvis vindhastigheten er 10m/s?

- b) (5%) Du bruker vindturbinen i a) til å varme 20 liter vann, dvs nok til at to personer kan dusje med sparedusj.

Hvor lang tid tar det å varme oppvannet fra 5°C til 70°C hvis det hele tiden blåser med en vindhastighet på 10m/s? Anta en generatoreffektivitet på 90%. (*Om du ikke fikk til å regne ut svaret i a) så anta at vindturbinen i gir en effekt på 100W, og om du ikke får til å regne ut hvor mye energi som kreves for å varme opp vannet, så anta at det trengs 2kWh.*)

- c) (2,5%) De dagene det er vindstille og fint vær kan du varme opp vannet i en solfanger med et areal på 1m² og 50 % effektivitet.

Hvor lang tid tar det å varme opp 20 liter vann fra 5°C til 70°C dersom solinnstrålingen er på 200 W/m² i snitt de timene sola er oppe en sommerdag?

Sammenlign med hvor lang tid det tok med vindturbinen og kommenter.

- d) (2,5%) Alternativt kan du varme vannet på en vedfyrte ovn. Anta 65% effektivitet, at veden har et energiinnhold (brennverdi) på 12 MJ/liter og at du fyrer med 1 liter ved i timen.

Hvor lang tid tar det nå å varme opp 20 liter vann fra 5°C til 70°C?

Sammenlign med hvor lang tid det tok med vindturbinen og solfangeren, og kommenter.

Er 12MJ/liter et realistisk energiinnhold for ved? Er dette mer eller mindre enn energiinnholdet i fossilt brensel?

- e) (5%) Hytta har grunnflate på $8 \times 4 \text{ m}^2$, flatt tak og vegghøyde på 2,5m. Isolasjonen består av 20 cm mineralull i gulv, tak og vegger. Vegger, tak og gulv har dessuten 5 cm treverk (furu) på begge sider av mineralullen og et stillestående luftlag på 3mm på innerveggen og 1mm på ytterveggen.

Finn U-verdi for tak, gulv og vegger. Er det ønskelig med lav eller høy U-verdi?

- f) (5%) Hytta har i tillegg 2 m^2 sydvendte vinduer med dobbelt isolerglass med U-verdi på $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Graddagstallet for fyringssesongen er 5500 (day K).

Beregn varmetap (og dermed oppvarmingsbehovet) gjennom vegger, tak og vinduer i løpet av fyringssesongen.

VEDLEGG

1) Energikonverteringsfaktorer

		J	kWh
1 joule (J)	er lik	1	2.78×10^{-7}
1 kilowatt hour (kWh)	er lik	3.60×10^6	1
1 toe	er lik	41.868×10^9	

2) Likningsliste

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

$$\text{COP} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L} = \frac{T_H}{T_H - T_L}$$

$$\frac{P}{A} = \epsilon \sigma T^4$$

$$\lambda_m [\mu\text{m}] = \frac{2898}{T[\text{K}]}$$

$$E_{\text{pot}} = mgh = \rho Vgh$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\frac{P}{A} = 6,1 \times 10^{-4} v^3 [\text{kW/m}^2]$$

$$A = \pi r^2 = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$\frac{Q}{t} = A \frac{T_i - T_o}{R}$$

$$R = \frac{l}{k}$$

$$Q = mc\Delta T$$

$$m = \rho V$$

$$Q = A \frac{1}{R} \Delta T \Delta t = AU \Delta T \Delta t$$

$$Q = A \cdot U \cdot G \cdot h_{\text{day}}$$

$$F_a = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$F_h = mg \alpha$$

$$F_r = k_r \cdot m \cdot g \cdot \cos \theta$$

$$F_{\text{ad}} = \frac{1}{2} \cdot A_f \cdot C_D \cdot \rho \cdot v^2$$

3) Liste over fysiske parametre

Tyngdens akselerasjon: $g=9,8\text{m/s}^2$

Stefan-Boltzmanns konstant: $\sigma=5,672 \cdot 10^{-8} \text{W}/(\text{m}^2 \text{K}^4)$

Materiale	Spesifikk varmekapasitet, c [J/(kg K)]	Varmeledningsevne, k [W/(m K)]	Tetthet, ρ [kg/liter]
Vann	4190	0,6	1,000
Tre (furu)	2720	0,14	0,500
Luft	1000	0,026	0,00125
Betong	970	1,73	2,300
Mineralull	900	0,035	0,100
Aluminium	880	237	2,700
Tegl	830	0,7	1,800
Kobber	385	400	8,920