

TTY

Luonnontieteiden ja ympäristötekniikan tiedekunta

Energia- ja prosessitekniikka

ENER-8220 YDINVOIMALAITOKSET

tentti 17.3.2008

OSA II (aikaa 2 tuntia)

Kirjallisuuden käyttö sallittu

3. Painevesireaktoriin sisään tuleva vesi on lämpötilaltaan $290\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja lähtevä vesi $320\text{ }^{\circ}\text{C}$. Paineistimen tilavuus on 20 m^3 ja se on normaalisti 50 % täynnä vettä paineessa 140 bar. Lähtöhaaran vettä virtaa paineistimeen $0,25\text{ m}^3$ ja samalla kylmän haaran vettä ruiskutetaan paineistimen höyrytilaan $0,05\text{ m}^3$ sekä sähkövastuksin lämmitetään vettä 150 kWh. Laske paineistimen paine ja vesitilavuus muutoksen jälkeen. Rakenteiden tilavuuden muutoksia ei tarvitse huomioida. (20)

4) 840 MW sähköä tuottava reaktori toimii kokonaishyötysuhteella 34 % tasan 2 vuoden ajan. Laske

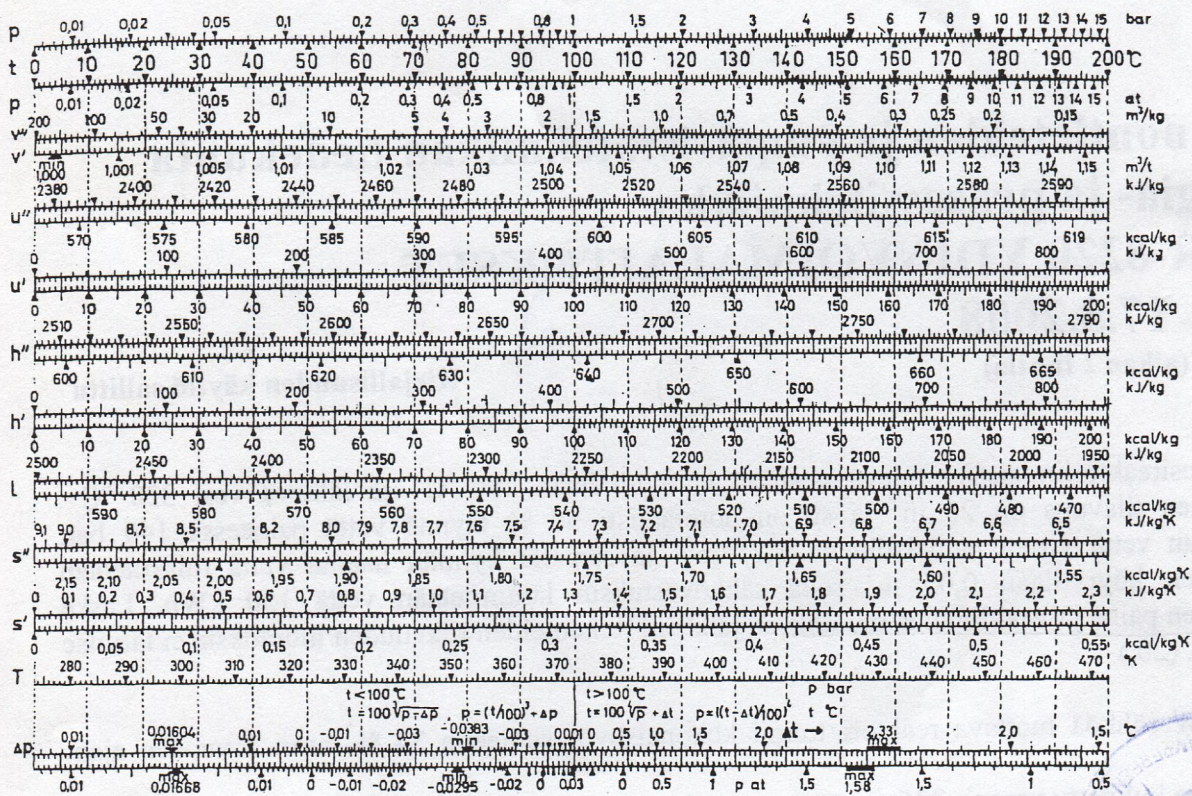
a) Fissiossa kulutettu uraani -235:n määrä.

b) Fissiotuotteiden massamäärä, kun yhdessä fissiossa tuotetaan 2,4 neutronia ja 190 MeV energiaa. (20)

5) BWR-reaktorin polttoainesauvan (halk. 11 mm) pinnalla on 1,2 mm paksuinen zirkonium suojaputki. Polttoaineessa kehittyvä lämpöteho on 40 MW/m^3 . Polttoaineen lämmönjohtavuus on $2,1\text{ W/mK}$ ja suojaputken 15 W/mK . Suojaputken sisäpinnan ja polttoaineen ulkopinnan lämpötilaero on 80 K. Reaktorin vesi on $289\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja suojaputken ulkopinta on 30 K vettä lämpimämpi. Laske veden ja suojaputken välinen lämmönsiirtokerroin, suojaputken sisäpinnan lämpötila sekä polttoaineen keskipisteen ja ulkopinnan lämpötilat. (20)

Mukana liite 2. kylläisen veden ja vesihöyryn
ominaisuuksia.
(takana)

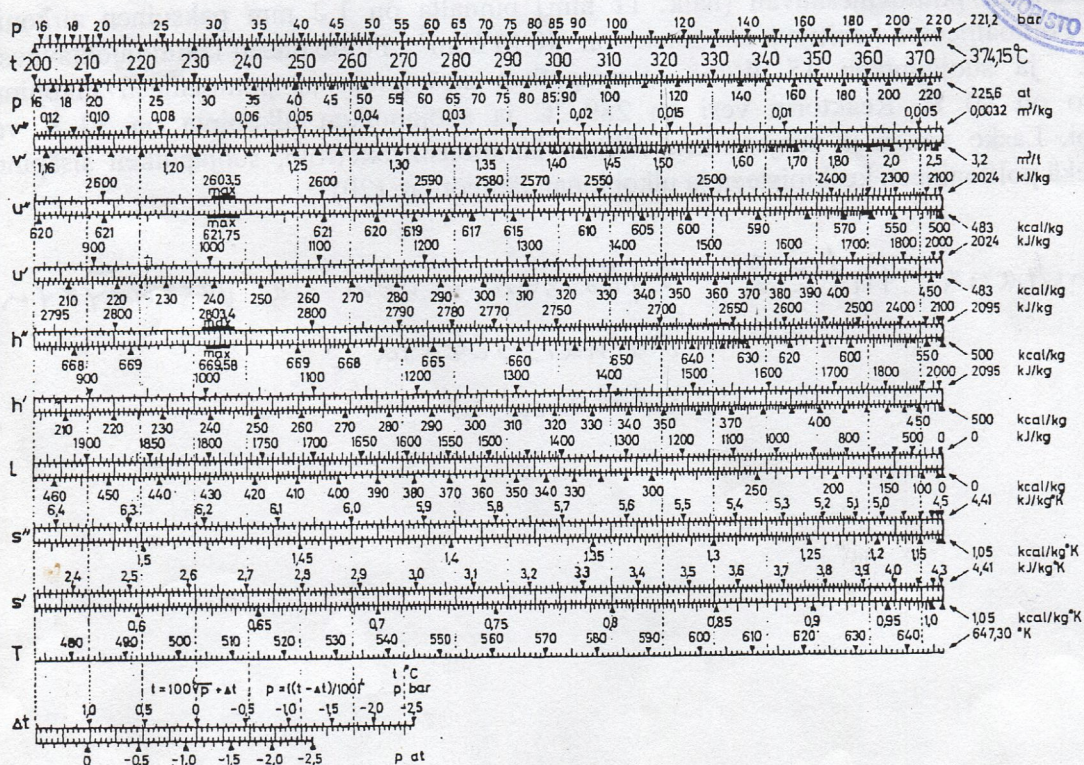
Liite 2. Kylläisen veden ja vesihöyryn ominaisuuksia.



p = paine
t, T = lämpötila
v = ominaistilavuus

h = entalpia
f = faasinmuutoslämpö
s = entropia

' kylläinen vesi
" kylläinen höyry



Kuva 17 Kylväjäveden (1) ja kyläliikkeen (2) lämpömittauskierret. Altimailta asetehtä sa-
daan hoyrympäristön lämpötilan vaihtelun ylläpitämiselle parhaiten tarkkuluokalla lukun-
ottamalla kuin ylimääräistä. Kaavassa esitellyt eksponentit 3 kun $T < 100^{\circ}\text{C}$ ja 4 kun $T > 100^{\circ}\text{C}$.
Lähde: F. G. Keyes: The Thermodynamic Properties of Water Substance 0 to 1500 $^{\circ}\text{C}$. Chem
Phys. 1947, s. 602. 612 (0 - 100 $^{\circ}\text{C}$). J. H. F. Stimson, D. C. Ginnings: Thermal Properties of
Saturated Water and Steam. NBS RC-129, H. R. Smith, NBS 1939 s. 261 - 270 (yll 100 $^{\circ}\text{C}$).
Kaistalan tuuletin prof. Jari Salminen luovalla jolla on saatavissa suurenpölkökoisen piltoke-
kistopölkö. Osoite, Abo Akademi. Laatuutidit ins. Maari Solinien