

**TTY**

**Luonnontieteiden ja ympäristötekniikan tiedekunta  
Energia- ja prosessitekniikka**

**ENER-8220 YDINVOIMALAITOKSET**

**tentti 11.05.2009**

**OSA I (aikaa 1 tunti)**

**Kirjallisuuden käyttö kielletty**

1)

a) Fuusioreaktorin teoreettiset ja todelliset reaktiot? (5)

b) Mitä tarkoittaa alfa-hajoaminen?(5)

c) Atomin ytimen kuvaamiseen käytetään merkintää  ${}_Z^A\text{S}$ . Selosta kirjainten merkitykset? (5)

d) Neljän tekijän kaava ja sen termien merkitykset sekä tyypilliset arvot kevytvesireaktorissa. (5)

2)

a) Selosta ACP-kapselien käyttötapa ja rakenne. (5)

b) Miten reaktorissa säädetään pystysuuntaista tehojakautumaa? (5)

c) Olkiluoto 3:n uudet turvallisuusjärjestelmät? (10)

TTY

# Luonnontieteiden ja ympäristötekniikan tiedekunta Energia- ja prosessitekniikka

## ENER-8220 YDINVOIMALAITOKSET

tentti 12.05.2009

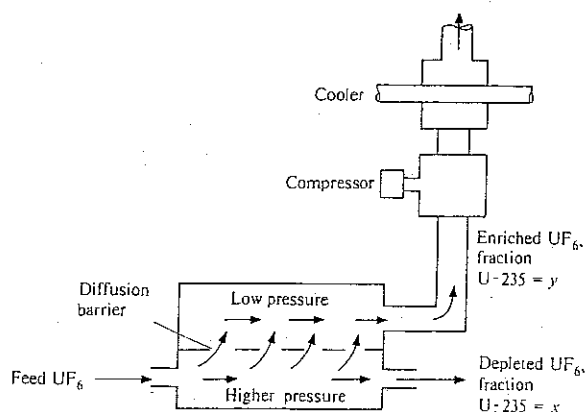
OSA II (aikaa 2 tuntia)

Kirjallisuuden käyttö sallittu

3) Kevytvesireaktorin sylinterimäisessä polttoainesauvassa kehittyvä lämpöteho on 4000 W/m. Uraanipolttoaineen lämmönjohtavuus on 2 W/(mK) ja sauvan suojaputken (Zirkaloy 2) 23 W/(mK). Reaktoriveden lämpötila on 285 °C. Suojaputken ulkohalkaisija on 12 mm ja seinämävahvuus 1,0 mm. Suojaputken ja polttoaineen välinen lämmönläpäisykerroin on 3 kW/(m<sup>2</sup>K). Laske mikä on lämmönsiirtokerroin ulkopinnasta veteen kun suojaputken ulkopinnan lämpötila on 320 °C. Selitä miten voit muulla tavoin selvittää tuntemattoman lämmönsiirtokertoimen. Laske polttoaineessa kehittyvä teho tilavuusyksikköä kohti sekä polttoaineen keskipisteen, kohdan 2 mm keskipisteestä ja ulkopinnan lämpötilat. Polttoainesauvan ulkohalkaisija on sama kuin suojaputken sisähalkaisija. Tilanne on stationääri. (20)

4. Ihmisen painosta on 0,39 p-% Kaliumia, josta puolestaan 0,0118 % on radioaktiivista isotooppia K<sup>40</sup>. Laske radioaktiivisuuden määrä mikrocurieina 85 kg:n painoisella ihmisellä, kun K<sup>40</sup>:n atomipaino on 39,974 Amy ja puoliintumisaika 1,28\*10<sup>9</sup> vuotta. (20)

5...Kaasudiffusiorikastamisessa kunkin vaiheen erotuskerroin on verrannollinen uraaniheksafluoridin (UF<sub>6</sub>) moolimassojen suhteen neliöjuureen. Katso oheisen kuvan merkintöjä ja selvitä montako rikastusvaihetta on kytkettävä peräkkäin jotta saadaan 8 %:sti rikastettua uraanin isotooppia 235, kun lähtöaineena on luonnon uraani. Laske myös kokonaistyö rikastuksessa. (20)



$$\text{Separation factor } \alpha \equiv \frac{y(1-x)}{x(1-y)} = \sqrt{\frac{M_{2RUF_6}}{M_{2LUF_6}}} = \sqrt{\frac{352}{349}} = 1.00429$$

Minimum theoretical energy input for unit separative work

$$\frac{4RT_0}{(\alpha-1)^2} = 634 \text{ kW-h/kg separative work unit}$$