

Zadatci za 3. studentske vježbe

- 1.T Koje je porijeklo geotermalne energije?
 - 2.T Kako se dijele geotermalnih izvora, koji je dostupan u Hrvatskoj i za koje elektrane.
 - 3.T Prikažite funkcionalnu shemu i T-s dijagram geotermalne elektrane za nalazište s niskom temperaturom i navedite ključno svojstvo fluida u kružnom procesu.
 - 4.T Što je to defekt mase i kako se određuje za nuklearne jezgre?
 - 5.T Kako dobijemo energiju u nuklearnom procesu fisije, a kako u fuziji?
 - 6.T Zašto se gorivo obogaćuje, što je moderator i odgor goriva?
 - 7.T Navedite dvije osnovne grupe reakcija s neutronima?
 - 8.T Navedite naziv neutrona prema njihovoj kinetičkoj energiji i kako o tome ovisi mikroskopski udarni presjek U^{235} za fisiju?
 - 9.T Prikažite dijagram ovisnosti energije veze po nukleonu o masenom broju nuklearne jezgre.
 - 10.T Što je to linija stabilnosti i koji tip radioaktivnog raspada je dominantan za fisijske produkte?
 - 11.T Što je to reaktivnost, koliko iznosi za kritični reaktor i što je to kritična dimenzija reaktora?
 - 12.T Što je to ostatna toplina kod nuklearne elektrane i zašto je to važno?
1. Potrebno je osigurati napajanje svemirske sonde tijekom jednogodišnje misije. Sonde je potrebno najmanje 25 W električne energije za nesmetan rad. Električna energija se proizvodi u uređaju efikasnosti 10%. Kao izvor energije koristi se α -raspad Po-210. Vrijeme poluraspada Po-210 je 138 dana, a energija po raspadu $Q = 5,4 \text{ MeV}$. Koliko je grama Po-210 potrebno i koja je početna snaga izvora?
 2. Jezgra nuklearnog reaktora sastavljena je od 121 gorivnog elementa. Gorivni elementi su tipa 16x16 s 20 mjesta za kontrolne šipke i jednim za instrumentaciju. Aktivna dužina goriva je 3,7 m a nazivna linearna gustoća snage je 19,2 kW/m (prosječna snaga proizvedena po metru gorivne šipke u nominalnim uvjetima). Reaktor je radio 7 mjeseci na punoj snazi i onda je zaustavljen.
 - a) Izračunajte koliki je porast temperature hladioca u jezgri 12 sati nakon konačne obustave ako pretpostavimo da sustav za odvođenje ostatne topline ima aktivne dvije grane i ukupan protok hladioca je 192,5 kg/s.
 - b) Kolika se toplinska snaga stvara u gorivu 12 h nakon obustave? Specifični toplinski kapacitet hladioca $c_p = 4,2 \text{ kJ/kgK}$.
 3. Nuklearna elektrana PWR tipa s 4 rashladne petlje ima ukupan maseni protok primarnog hladioca $75 \cdot 10^6 \text{ kg/h}$, a entalpije primarne vode na ulazu i izlazu iz generatora pare su 1518,1 kJ/kg i 1337,3 kJ/kg. U kondenzatoru se predaje toplina riječnoj vodi u iznosu od 2542 MW, a ukupni stupanj djelovanja generatora je 0,95. Entalpija pojne vode generatora pare je 382,3 kJ/kg a entalpija zasićene pare na izlazu je 2772,1 kJ/kg. Svaka od 4 primarne pumpe unese u krug toplinsku snagu od 3 MW. Jezgra sadrži 101 t 3% obogaćenog UO_2 , efektivnog udarnog presjeka za fisiju 580 barn ($1 \text{ barn} = 10^{-28} \text{ m}^2$). Odredite:
 - a) stupanj djelovanja elektrane i maseni protok pare po generatoru pare,
 - b) srednji neutronske tok.
 4. Nuklearni reaktor PWR tipa ima toplinsku snagu jezgre 3,8 GWt. Jezgra se sastoji od 241 gorivnog elementa s 236 gorivnih šipki po elementu. Širina gorivnog elementa je 20,7 cm, duljina gorivne šipke je 3,81 m, radijus šipke je 4,85 mm. Odrediti:
 - a) srednju volumnu gustoću snage u jezgri [MW/m^3],
 - b) srednju snagu proizvedenu po metru duljine gorivne šipke (linearna gustoća snage šipke) [kW/m],
 5. Jezgra nuklearnog reaktora tipa PWR sadrži 76,33 t urana. Specifična snaga te jezgre na punoj snazi je 36,88 kW/kgU. Elektrana koristi 3 % obogaćeno gorivo. Mikroskopski udarni presjek za fisiju je $580 \cdot 10^{-28} \text{ m}^2$. Po jednoj fisiji oslobodi se $3,2 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ energije. Temperatura vode na ulazu u reaktor iznosi 296 °C, a srednja temperatura vode u jezgri iznosi 312 °C. Specifična toplina primarne vode je 5,875 kJ/kgK. Svaka primarna pumpa dovodi 3889 kg/s vode u nuklearni reaktor. U nominalnim uvjetima svaka primarna pumpa predaje vodi 4 MW topline, a u kondenzatoru se rashladnom vodom odvodi 1889 MW topline. Unutrašnji stupanj djelovanja turbine je 0,95, a stupanj djelovanja sinkronog generatora jednak je 1. Odrediti:
 - a) snagu jezgre, potreban maseni protok vode kroz jezgru, i broj primarnih rashladnih krugova;
 - b) koliki je termički stupanj djelovanja ove elektrane i snaga na stezaljkama generatora;
 - c) srednji neutronske tok.

Rješenja:

1. $m = 10,8 \text{ g}$, $P_0 = 1556 \text{ W}$
2. $\Delta T = 12,3 \text{ K}$, $P_{0,5.dan} = 9,93 \text{ MW}$
3. $\eta_T = 0,31$, $\dot{m}_{sek} = 394 \text{ kg/s}$, $\Phi = 2,96 \cdot 10^{17} \text{ n/m}^2\text{s}$
4. $Q''' = 96,6 \text{ MW/m}^3$, $q' = 17,5 \text{ kW/m}$,
5. $P_j = 2815 \text{ MW}$, $\dot{m} = 14973 \text{ kg/s}$, $n_{RK} = 4$, $\eta_t = 0,33$, $P_{el} = 896 \text{ MW}$, $\phi = 2,6 \cdot 10^{17} \text{ n/m}^2\text{s}$