

Vastaa korkeintaan viiteen (5) tehtävään!

Tehtävä 1

Goldstonen skaalauksen mukaan energian koossapitoaika τ_E on:

$$\tau_E = 7,4 \cdot 10^{-2} \cdot I \cdot P^{-0,5} \cdot R^{1,38} \left(\frac{R}{a} \right)^{0,37}$$

jossa ulkoinen kuumennusteho on P. Yksiköt ovat $[\tau_E] = s$, $[I] = MA$, $[P] = MW$ ja $[R] = [a] = m$. Mikä on tarvittava kuumennusteho ja vastaava energian koossapitoaika, jolla DD-plasma saadaan 10 keV:n lämpötilaan? Tokamakin parametreiksi oletetaan $R = 6 m$, $a = 2 m$, $I = 15 MA$ ja $n = 10^{20} m^{-3}$. Mihin suuntaan tulos poikkeaisi DT-plasman tapauksessa ja miksi? Vihje: $1 eV = 1,6 \times 10^{-19} J$

Tehtävä 2

Fuusioenergiaa voidaan tuottaa DT-, DD- ja D^3He -reaktioilla. Selosta polttoaineiden D (deuterium), T (tritium) ja 3He (helium-3) yleispiirteet ja ym. reaktioiden aiheuttamat erityispiirteet reaktorille.

Tehtävä 3

Ensiseinäämateriaalit ja näiden ominaisuudet

Tehtävä 4

Esitä fuusioreaktorille oleelliset komponentit ja näiden tehtävät

Tehtävä 5

Selosta lyhyesti fuusioreaktoriin turvallisuuksiin liittyvät kysymykset:

- Tärkeimmät radioaktiivisuuden lähteet fuusioreaktorissa.
- Kuvaa jokin fuusioreaktorin onnettomuustilanne.
- Mitä riskejä fuusioreaktorissa on, radioaktiiviset päästöt pois lukien?

Tehtävä 6

Tarkastellaan bruttoteholtaan 1600MWe:n fuusiovoimalaa, jonka terminen hyötysuhde on 40%. Oletetaan virranajoon, kuumennukseen ja muihin ulkoisiin laitteisiin tarvittavan 150MWe. Oletetaan diverttorimodulien vuosittaisen vaihdon kestävän 38d ja ensiseinämän vaihdon viiden vuoden välein 180d. Paljonko sähkö (€/MWh) maksaisi, jos oletetaan laitoksen rakennuskustannuksiksi 6 miljardia euroa ja takaisinmaksuajaksi 15 a. Mikä on laitoksen nettohyötysuhde ja mikä sen energian käyttökerroin ts. vuosittain myytävä sähköenergia nimellisen tuotantomäärään 1600MWa verrattuna.