Wigner neve a reaktorfizikában

Szatmáry Zoltán (BME)

(2017. november 15.)

A. M. Weinberg, E. P. Winger

The Physical Theory of Neutron Chain Reactors (1958)

Jóllehet akkor már voltak nagy számítógépek, a könyv tényleg a reaktorok *fizikai* elméletét adja.

Wigner az első reaktormérnök

Kigondolta a Hanfordban működő plutóniumtermelő reaktorokat (a moderátor grafit, a hűtőközeg víz).

A hat hanfordi reaktor közül az elsőt 1944-ben helyezték üzembe. Fokozatosan állították le a reaktorokat, az utolsót 1987-ben. Teller Ede vezette azt a bizottságot, amely kimondta: ezeket nem fejlesztik kereskedelmi típussá biztonsági okokból. (Csernobil!!!)

Breit-Wigner formula

$$\sigma_{\mathrm{t}}(E) = \frac{\sigma_0}{1+x^2} + \left(\sigma_0 \sigma_{\mathrm{pa}} g_j \frac{\Gamma_{\mathrm{n}}}{\Gamma}\right)^{1/2} \frac{2x}{1+x^2} + \sigma_{\mathrm{pa}}$$

$$x = \frac{E - E_{\mathrm{r}}}{\Gamma/2}$$

Wigner modell a lassulási sűrűségre

$$q(E) = \xi \Sigma_{\mathrm{t}}(E) E \Phi(E)$$

Egyéb lassulási modellek:

- Fermi modell
- Greuling-Goertzel modell

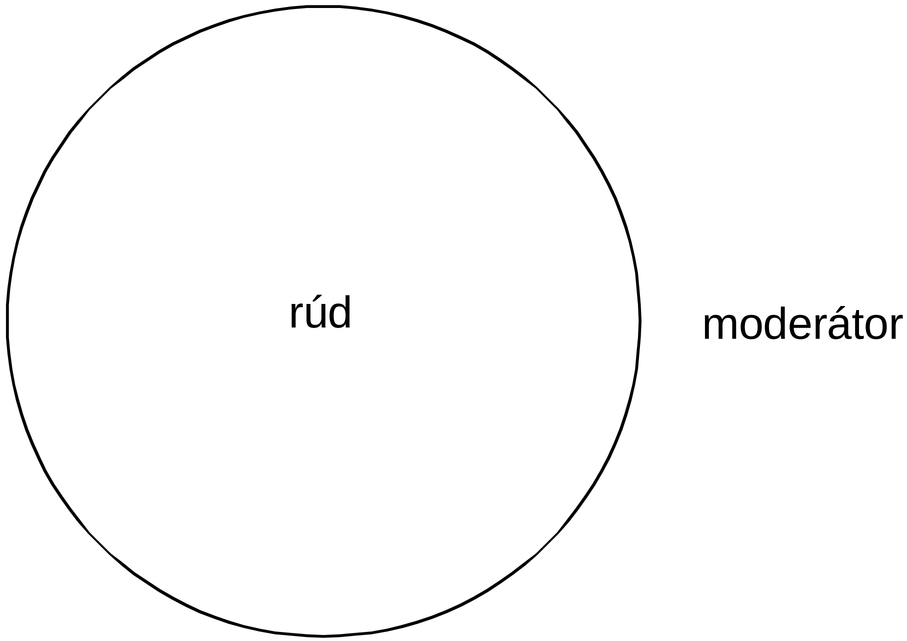
A Wigner modell a rezonanciák tárgyalására a legalkalmasabb.

Rezonanciaintegrál homogén reaktorban

$$NI = \int_0^\infty \frac{\Sigma_\mathrm{p}}{\Sigma_\mathrm{t}(E)} \Sigma_\mathrm{a}(E) \frac{\mathrm{d}E}{E}$$

N a rezonanciaabszorbens magsűrűsége.

Rezonanciaintegrál fűtőelemrúdban



$$NI\Phi V = \int \Sigma_{\mathrm{p}}' \Phi V \left[1 - P_0\left(\Sigma_{\mathrm{t}}\right)\right] \frac{\Sigma_{\mathrm{a}}(E)}{\Sigma_{\mathrm{t}}(E)} \frac{\mathrm{d}E}{E} + \int \Phi V \Sigma_{\mathrm{a}}(E) P_0\left(\Sigma_{\mathrm{t}}\right) \frac{\mathrm{d}E}{E}$$

Rezonanciaintegrál fűtőelemrúdban (folytatás)

$P_0\left(\Sigma_\mathrm{t}\right)$ annak a valószínűsége, hogy a rúdban megjelenő neutron ütközés nélkül kiszökik a rúdból. Erre használatos a Wigner-tört:

$$P_0\left(\Sigma_\mathrm{t}\right) = \frac{1}{1+\Sigma_\mathrm{t}\ell} \qquad \ell = \frac{4V}{S}$$

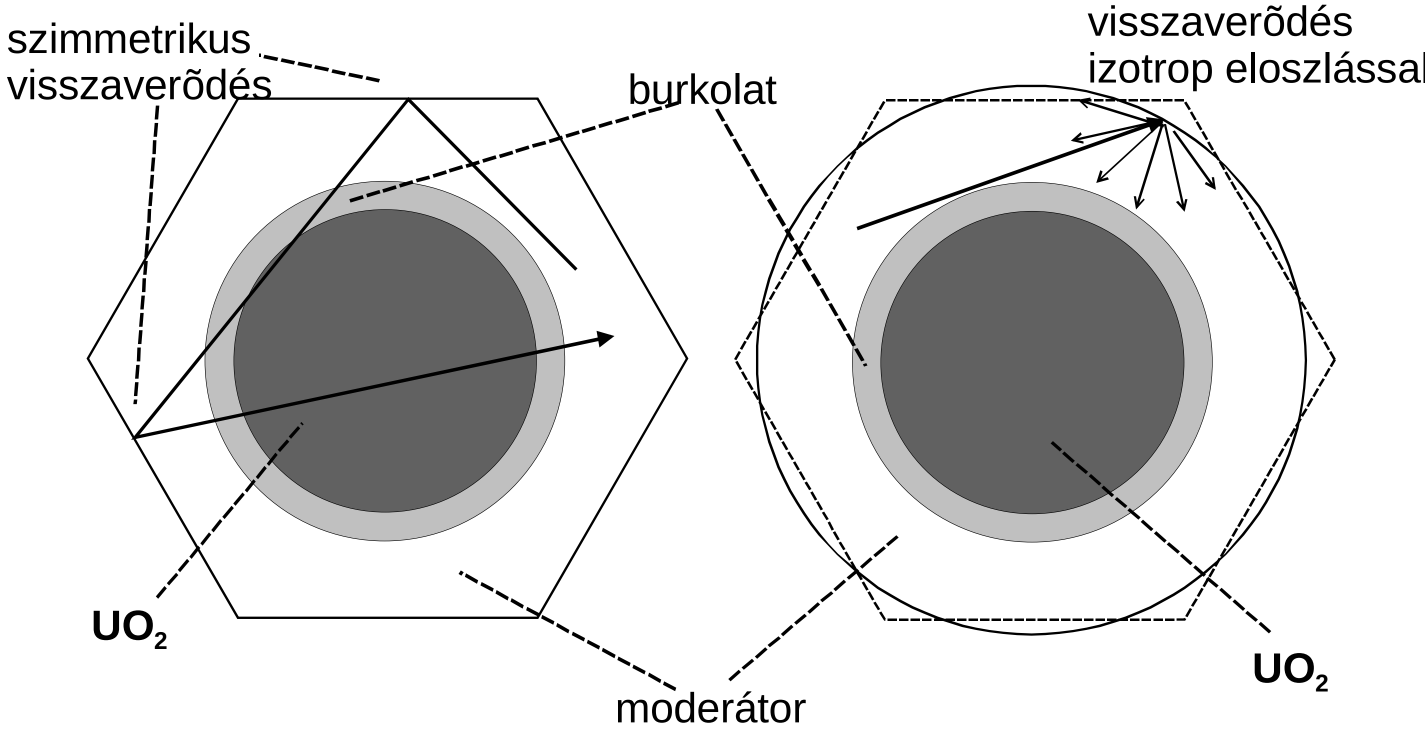
Rezonanciaintegrál fűtőelemrúdban (folytatás)

Ezzel a rezonanciaintegrál vissza-vezethető a homogén reaktorokra:

$$NI = \int \frac{\Sigma'_{\mathrm{p}} + 1/\ell}{\Sigma_{\mathrm{t}} + 1/\ell} \Sigma_{\mathrm{a}}(E) \frac{\mathrm{d}E}{E}$$

Ekvivalenciatétel: a moderátor szórási hatáskeresztmetszete helyére $1/\ell$ –et kell írni.

Wigner-Seitz cella



Wigner-Wilkins magfüggvény

$$\sigma_s(E' \to E) = \frac{\sigma_s}{2E'}\eta^2\left[\operatorname{erf}\left(\eta\sqrt{\frac{E}{kT}} - \rho\sqrt{\frac{E'}{kT}}\right) \pm \operatorname{erf}\left(\eta\sqrt{\frac{E}{kT}} + \rho\sqrt{\frac{E'}{kT}}\right)\right] +$$

$$+ \frac{\sigma_s}{2E'}\eta^2 \exp\left(-\frac{E-E'}{kT}\right)\left[\operatorname{erf}\left(\eta\sqrt{\frac{E'}{kT}} - \rho\sqrt{\frac{E}{kT}}\right) \mp \operatorname{erf}\left(\eta\sqrt{\frac{E'}{kT}} + \rho\sqrt{\frac{E}{kT}}\right)\right]$$

$$\eta = \frac{A+1}{2\sqrt{A}} \qquad \rho = \frac{A-1}{2\sqrt{A}}$$