Коэффициент размножения в бесконечной среде

$$\boxed{K_\infty = \eta \cdot \mu \cdot \varphi \cdot \theta}$$

$$\boxed{K_\infty = \frac{\int_V \int_0^\infty \nu(E) \cdot \Sigma_f(E) dE dV}{\int_V \int_0^\infty \Sigma_a(E) dE dV}}$$

- μ - коэффициент размножения на быстрых нейтронах

($\mu = \dfrac{\text{÷èñëî áûñòðûõ íåéòðîíîâ çàìåäëÿþùèõñÿ íèæå ïîðîãà äåëåíèÿ } \mathrm{U}^{238}}{\text{÷èñëî áûñòðûõ íåéòðîíîâ ðîäèâøèõñÿ îò äåëåíèÿ } \mathrm{U}^{235}}$)

- ϕ - вероятность нейтрону избежать резонансного захвата (вероятность нейтрону не поглотиться при замедлении до тепловой энергии)
- Θ - коэффициент теплового использования (вероятность тепловому нейтрону поглотиться в материале ядерного горючего)

$$\frac{dN}{d\tau}$$

- η - число вторичных быстрых нейтронов приходящихся на один поглощённый в топливе тепловой нейтрон

$$\eta = \frac{\overline{\nu\Sigma_{\mathbf{f}\ \text{òîïëèâî}}}}{\overline{\Sigma_{\mathbf{a}\ \text{òîïëèâî}}}}$$

<u>Баланс нейтронов</u>

(одногрупповое приближение, реактор однородный)

+ Рождение – поглощение – утечка = ? $\dfrac{dN}{d\tau}$

$$q - \Sigma_a \cdot \Phi - div\mathbf{j} = \frac{dN}{d\tau}$$

$\mathbf{j} = -D\nabla\Phi$; D - êîýôôèöèåí ò äèôôóçèè $D = \dfrac{1}{3\Sigma_{tr}}$; $\Sigma_{tr} = \Sigma_S \cdot (1-\bar{\mu})$; $\bar{\mu} = \dfrac{2}{3A}$

$$D\Delta\Phi - \Sigma_a \cdot \Phi + q = \frac{dN}{d\tau}$$

$$D\Delta\Phi - \Sigma_a \cdot \Phi + \nu\Sigma_f \cdot \Phi = \frac{dN}{d\tau}$$

$$K_\infty = \frac{\int\limits_V \int\limits_0^\infty \nu(E)\cdot\Sigma_f(E)\,dE\,dV}{\int\limits_V \int\limits_0^\infty \Sigma_a(E)\,dE\,dV} = \frac{\nu\Sigma_f}{\Sigma_a}$$

$$D\Delta\Phi - \Sigma_a\cdot\Phi + K_\infty\cdot\Sigma_a\cdot\Phi = \frac{dN}{d\tau}$$

В стационарном случае (реактор критический) $\frac{dN}{d\tau} = 0$

$$D\Delta\Phi + (K_\infty - 1)\cdot\Sigma_a\cdot\Phi = 0$$

èëè

$\Delta\Phi + \frac{(K_\infty - 1)}{L^2}\cdot\Phi = 0,$ ãäå $L^2 = \frac{D}{\Sigma_a}$ – êâàäðàò äëèíû äèôôóçèè

èëè

$\Delta\Phi + B^2\cdot\Phi = 0,$ ãäå $B^2 = \frac{(K_\infty - 1)}{L^2}$ – êâàäðàò ìàòåðèàëüí îãî ïàðàìåòðà

волновое уравнение

Решения волнового уравнения для простейших геометрий

Ãðàíè÷íîå   óñëîâèå - $\Phi(R_{ãð}) = 0$

1. Сферический реактор

$$\frac{1}{r^2}\frac{d}{dr}r^2\frac{d\Phi}{dr}+\alpha^2\cdot\Phi=0,$$ ïîäñòàíîâê   à $\Phi = f/r$

$$\frac{d^2 f}{dr^2}+\alpha^2\cdot f=0 \;\Rightarrow\; \Phi(r)=C_1\cdot\frac{\sin(\alpha\cdot r)}{r}+C_2\cdot\frac{\cos(\alpha\cdot r)}{r}$$

èç óñëîâèÿ $\Phi(r)<\infty$, ñëåäóåò $\tilde{N}_2 = 0$

èç ãðàíè÷íîãî   óñëîâèÿ $\Phi(R)=C_1\cdot\frac{\sin(\alpha\cdot R)}{R}=0$, ñëåäóåò $\sin(\alpha\cdot R)=0$

èëè $\alpha_n\cdot R=\pi\cdot(n+1)$, $n=0,1,2,...\infty$; $\alpha_0=\frac{\pi}{R}$

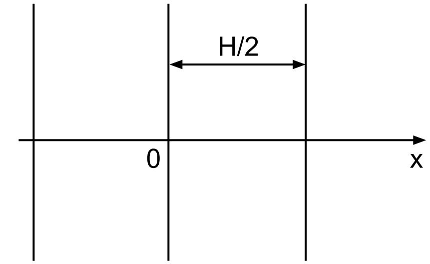
Îêîí÷àòåëü   íî $\Phi(r)=C_1\cdot\frac{\sin(\frac{\pi}{R}\cdot r)}{r}$

Êðèòè÷åñêî   å óñëîâèå, $B^2=\alpha_0^2 \;\Rightarrow\; R_{êð}=\frac{\pi}{B}=\frac{\pi\cdot L}{\sqrt{K_\infty-1}}$

Решения волнового уравнения для простейших геометрий

Ãðàíè÷íîå   óñëîâèå - $\Phi\left(\pm\frac{H}{2}\right)=0$

2. Плоский реактор



$$\frac{d^2\Phi}{dx^2}+\alpha^2\cdot\Phi=0,$$

$$\varPhi(r)=C_1\cdot\cos(\alpha\cdot x)+C_2\cdot\sin(\alpha\cdot x)$$

èç óñëîâèÿ ñèììåòðèè $\tilde{N}_2=0$

èç ãðàíè÷íîãî óñëîâèÿ $\varPhi(H/2)=C_1\cdot\cos(\alpha\cdot H/2)=0$, ñëåäóåò

$$\alpha_n\cdot H/2=\pi/2\cdot(n+1),\quad n=0,1,2,\ldots\infty;\quad \alpha_0=\frac{\pi}{H}$$

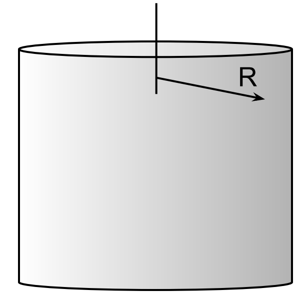
Îêîí÷àòåëü íî $\varPhi(r)=C_1\cdot\cos(\frac{\pi}{H}\cdot x)$

Êðèòè÷åñêî å óñëîâèå $H_{êð}=\frac{\pi}{B}=\frac{\pi\cdot L}{\sqrt{K_\infty-1}}$

Решения волнового уравнения для простейших геометрий

Ãðàíè÷íîå óñëîâèå - $\Phi(R_{\text{ãð}}) = 0$

3. Цилиндрический реактор



$$\frac{1}{r}\frac{d}{dr} r \frac{d\Phi}{dr} + \alpha^2 \cdot \Phi = 0, \quad \text{èëè} \quad \Phi'' + \frac{1}{r}\Phi' + \alpha^2 \cdot \Phi = 0 \quad (\text{óðàâíåíèå Áåññåëÿ})$$

$$\Phi(r) = C_1 \cdot J_o(\alpha \cdot r) + C_2 \cdot N_0(\alpha \cdot r)$$

Ïîñêîëüêó ïðè $r \to 0$, $N_0(\alpha \cdot r) \to -\infty$, ñëåäîâàòåë üíî $\tilde{N}_2 = 0$

èç ãðàíè÷íîãî óñëîâèÿ èìååì $\alpha_n = \dfrac{\xi_{n+1}}{R}$, $n = 0,1,2,...\infty$;

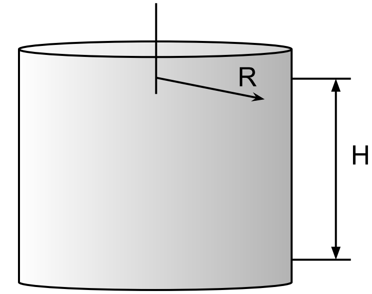
ãäå ξ_n êîðíè óðàâíåíèÿ $J_o(\xi) = 0$, $\xi_1 = 2.405$

Îêîí÷àòåëüíî $\Phi(r) = C_1 \cdot J_o(\dfrac{2.405}{R} \cdot r)$

Êðèòè÷åñêîå óñëîâèå $R_{\text{êð}} = \dfrac{2.405}{B} = \dfrac{2.405 \cdot L}{\sqrt{K_\infty - 1}}$

Решения волнового уравнения для простейших геометрий

Ãðàíè÷íûå óñëîâèÿ - $\Phi(R,z)=\Phi(r,\pm H/2)=0; \quad \nabla_r\Phi(0,z)=\nabla_z\Phi(r,0)=0$



4. Цилиндрический реактор конечной высоты

$$\frac{1}{r}\frac{d}{dr}r\frac{d\Phi}{dr}+\frac{d^2\Phi}{dz^2}+\alpha^2\cdot\Phi=0,$$

Ïóñòü $\Phi(r,z)=G(r)\cdot F(z)$ è $\alpha^2=\alpha_r^2+\alpha_z^2$. Òîãäà,

$$\left.\begin{array}{l}\frac{1}{r}\frac{d}{dr}r\frac{dG}{dr}+\alpha_r^2\cdot G=0, \quad G(r)=0, \quad G(0)<\infty \\ \frac{d^2F}{dz^2}+\alpha_z^2\cdot F=0, \quad \mathrm{F}(\pm H/2)=0\end{array}\right\}$$

Ðåøåíèÿ,

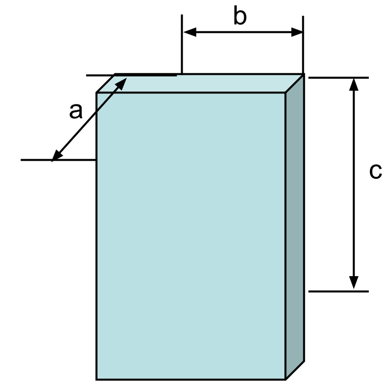
$$\left.\begin{array}{l}G(r)=C_1\cdot J_o(\alpha_r\cdot r)+C_2\cdot N_0(\alpha_r\cdot r) \\ F(r)=C_3\cdot\cos(\alpha_z\cdot z)+C_4\cdot\sin(\alpha_z\cdot z)\end{array}\right\}$$

Îêîí÷àòåëüíî íî $\Phi(r)=C_1\cdot J_o(\alpha_r\cdot r)\cdot\cos(\alpha_z\cdot z), \quad \alpha_r=\frac{2.405}{R}, \quad \alpha_z=\frac{\pi}{H}$

Êðèòè÷åñêîå óñëîâèå $B^2=\left(\frac{2.405}{R}\right)^2+\left(\frac{\pi}{H}\right)^2$

Решения волнового уравнения для простейших геометрий

5. Реактор в форме параллепипеда



Ãðàíè÷íûå óñëîâèÿ - $\Phi(\pm a, y, z) = \Phi(x, \pm b, z) = \Phi(x, y, \pm c) = 0$

$$\frac{d^2\Phi}{dx^2} + \frac{d^2\Phi}{dy^2} + \frac{d^2\Phi}{dz^2} + \alpha^2 \cdot \Phi = 0$$

Ïîñòóïàÿ êàê â ïðåäûäóùåì ñëó÷àå(ðàçäåëÿÿ ïåðåìåííûå), ïîëó÷àåì îêîí÷àòåëü íî

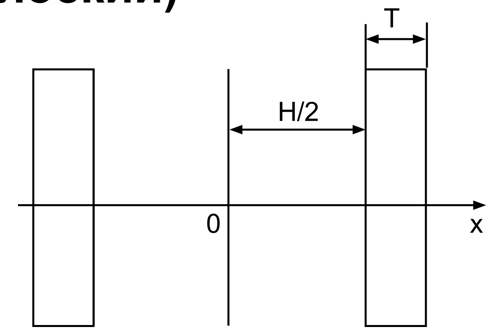
$$\Phi(x, y, z) = C \cdot \cos(\alpha_x \cdot x) \cdot \cos(\alpha_y \cdot y) \cdot \cos(\alpha_z \cdot z), \quad \alpha_x = \frac{\pi}{a}, \quad \alpha_y = \frac{\pi}{b}, \quad \alpha_z = \frac{\pi}{c}$$

Êðèòè÷åñêîå óñëîâèå $B^2 = \left(\frac{\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{b}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{c}\right)^2$

Влияние отражателя

(одногрупповое приближение, реактор плоский)

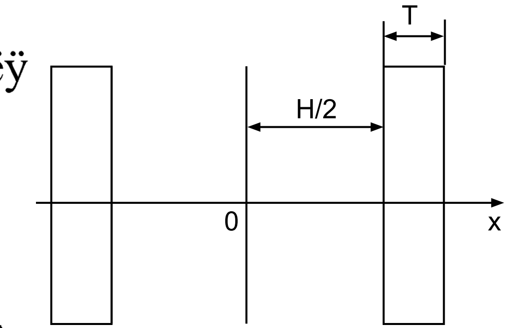
Активная зона	Отражатель
$\Delta\Phi + \dfrac{(K_\infty - 1)}{\mathrm{L}_\mathrm{a}^2} \cdot \Phi = 0$ $\Delta\Phi + B_a^2 \cdot \Phi = 0$	$\Delta\Phi - \dfrac{1}{\mathrm{L}_\mathrm{r}^2} \cdot \Phi = 0$ $\Phi - B_r^2 \cdot \Phi = 0$
$\Phi_a(x) = C \cdot \cos(B_a \cdot x)$	$\Phi_r(x) = C_r^1 \cdot ch(B_r \cdot x) + C_r^2 \cdot sh(B_r \cdot x)$ Ïîñêîëüêó $\Phi_r\left(\frac{H}{2} + T\right) = 0,$ òî $\Phi_r(x) = C_r \cdot sh\left(B_r \cdot \left(\frac{H}{2} + T - x\right)\right)$
Граничные условия $\Phi_a\left(\frac{H}{2}\right) = \Phi_r\left(\frac{H}{2}\right), \quad D_a \left.\dfrac{d\Phi_a}{dx}\right\vert_{x=H/2} = D_r \left.\dfrac{d\Phi_r}{dx}\right\vert_{x=H/2}$	
$D_a \cdot B_a \cdot tg\left(B_a \cdot \dfrac{H}{2}\right) = D_r \cdot B_r \cdot cth\left(B_r \cdot T\right)$	



Эффективная добавка отражателя

(одногрупповое приближение, реактор плоский)

$$\delta = \frac{H_0}{2} - \frac{H}{2}, \quad H_0 \text{ - êðèòè÷åñêè é ðàçìåð ðåàêòîðà áåç îòðàæàòåëÿ}$$



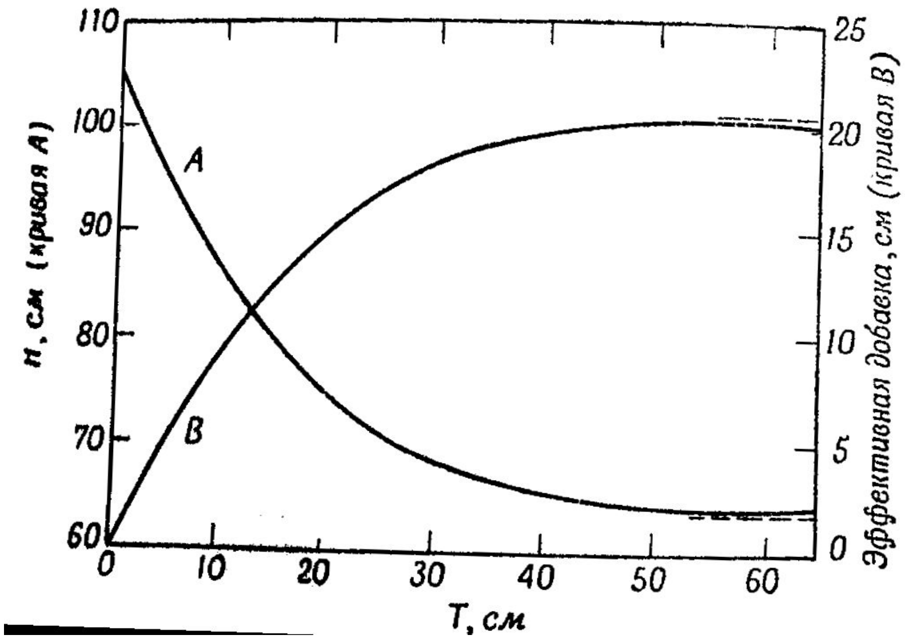
Поскольку в крит.реакторе $B_a^2 = \left(\frac{\pi}{H_0}\right)^2 \qquad (B_a^2 = \frac{K_\infty - 1}{L^2})$

$$\frac{H}{2} = \frac{\pi}{2 \cdot B_a} - \delta, \quad \text{ïîäñòàâèâ â ïðåäûäóùåå óðàâíåíèå ïîëó÷èì}$$

$$D_a \cdot B_a \cdot tg\left(\frac{\pi}{2} - B_a \cdot \delta\right) = D_r \cdot B_r \cdot cth(B_r \cdot T)$$

èëè $\quad D_a \cdot B_a \cdot \tilde{n}tg(B_a \cdot \delta) = D_r \cdot B_r \cdot cth(B_r \cdot T)$

èëè $\quad \delta = \frac{1}{B_a} \cdot arctg\left(\frac{D_a \cdot B_a}{D_r \cdot B_r} \cdot th(B_r \cdot T)\right)$



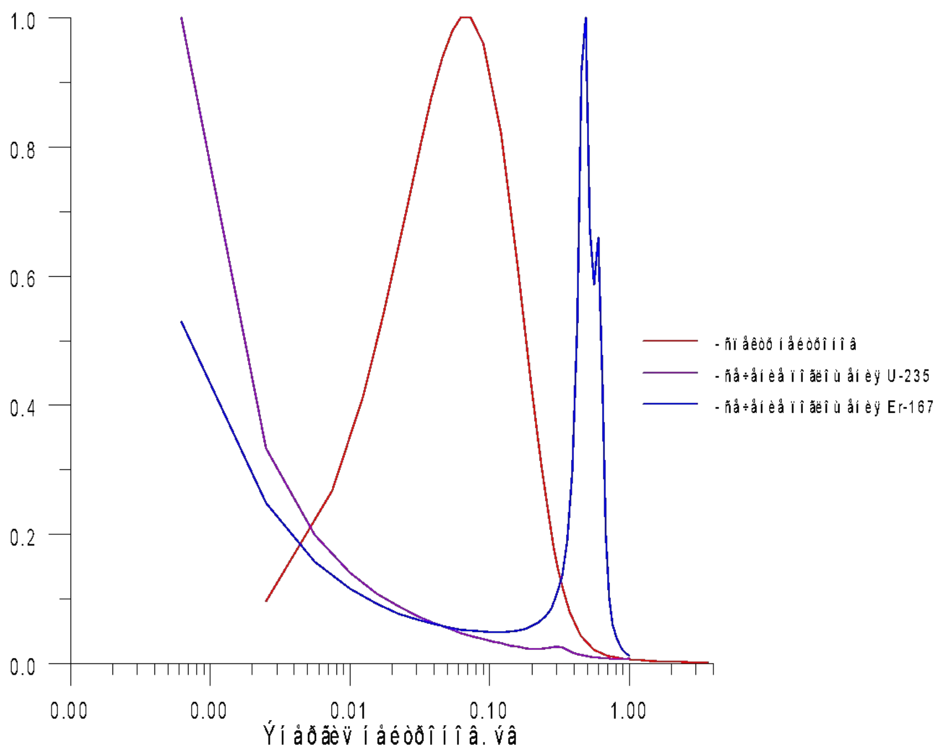
Расчёт сечений для тепловых нейтронов

$$n(E) \approx M(E) = \tilde{N} \cdot \frac{2}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{E}{kT_i}} \exp\left(-\frac{E}{kT_i}\right), \quad \text{ïðè} \quad \int_0^\infty M(E,kT_i)dE = 1$$

$$\boxed{T_i = T_{\text{çàì}} \cdot \left(1 + A \frac{\Sigma_a^T}{\xi \Sigma_s}\right)}$$

T_i - òåìïåðàòóðà íåéòðîííîãî ãàçà

$$\sigma_{\grave{a}}(E) \approx \frac{1}{V} = \frac{1}{\sqrt{E}}, \quad \text{ò.å.} \quad \frac{\sigma_{\grave{a}}(E)}{\sigma_{\grave{a}}(E_0)} = \frac{\sqrt{E_0}}{\sqrt{E}} \quad \text{èëè} \quad \sigma_{\grave{a}}(E) = \sigma_{\grave{a}}(E_0)\frac{\sqrt{E_0}}{\sqrt{E}}$$



$$\boxed{\sigma_s^T - const}$$

Расчёт сечений для тепловых нейтронов

$$\overline{\sigma_a} \cdot \overline{\Phi^T} = \int_0^{E_{\tilde{a}\eth}} \sigma(\mathring{A}) \cdot \Phi(E) dE \quad ; \quad \overline{\Phi^T} = \int_0^{E_{\tilde{a}\eth}} \Phi(E) dE = \int_0^{E_{\tilde{a}\eth}} \mathrm{v} \cdot n(E) dE,$$

!!!

Тогда, $$\overline{\sigma_a} = \frac{\int_0^{E_{\tilde{a}\eth}} \sigma(\mathring{A}) \cdot \Phi(E) dE}{\overline{\Phi^T}} = \frac{\int_0^{E_{\tilde{a}\eth}} \sigma(\mathring{A}) \cdot \sqrt{E} \cdot n(E) dE}{\int_0^{E_{\tilde{a}\eth}} \sqrt{E} \cdot n(E) dE} \approx \frac{\int_0^{\infty} \sigma(\mathring{A}_0) \cdot \sqrt{E_0} \cdot M(E) dE}{\int_0^{\infty} \sqrt{E} \cdot M(E) dE}$$

$$\sigma_{\grave{a}}(E) = \sigma_{\grave{a}}(E_0) \frac{\sqrt{\mathrm{E}_0}}{\sqrt{\mathrm{E}}}$$

$$n(E) \approx M(E) = \tilde{N} \cdot \frac{2}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{E}{kT_{\acute{\imath}}}} \exp\left(-\frac{E}{kT_{\acute{\imath}}}\right)$$

$$E_{\acute{\imath}} = kT_{\acute{\imath}}$$

Взяв интегралы получим:

$$\overline{\sigma_a} \approx \frac{\sqrt{\pi}}{2} \sigma(\mathring{A}_0) \sqrt{\frac{\mathring{A}_0}{\mathring{A}_{\acute{\imath}}}} \quad \text{èëè} \quad \overline{\sigma_a} \approx \frac{\sqrt{\pi}}{2} \sigma(\mathring{A}_0) \sqrt{\frac{T_0}{T_{\acute{\imath}}}} \quad \text{ïîñêîëüêó} \quad E = kT$$

$$\text{Îáû÷íî} \quad \mathring{A}_0 = 0.0253\ \text{ýâ} \rightarrow \mathrm{V}_0 = 2200\ \text{ì/ñåê} \rightarrow T_0 = 300\ \text{Ê}$$

Сечения для тепловых нейтронов при E_0=0.0253эв

	A	Σs	Σa	Σf	ν
H	1	20.4	0.33200	0.000	0.00
D	2	3.4	0.00053	0.000	0.00
HE	4	0.8	0.00700	0.000	0.00
HE3	3	1.9	5327.00000	0.000	0.00
HE4	4	0.8	0.00000	0.000	0.00
LI	7	1.1	70.54000	0.000	0.00
LI6	6	0.7	940.00000	0.000	0.00
LI7	7	1.1	0.03700	0.000	0.00
BE	9	6.1	0.00920	0.000	0.00
B	11	4.3	760.00000	0.000	0.00
B10	10	2.1	3836.00000	0.000	0.00
B11	11	4.9	0.00550	0.000	0.00
C	12	4.7	0.00340	0.000	0.00
N	14	10.6	1.87500	0.000	0.00
O	16	3.8	0.00027	0.000	0.00
F	19	4.0	0.00950	0.000	0.00
NA	23	3.2	0.53000	0.000	0.00
MG	24	3.4	0.06300	0.000	0.00
AL	27	1.5	0.23000	0.000	0.00
SI	28	2.2	0.16000	0.000	0.00
P	31	4.1	0.18000	0.000	0.00
S	32	1.0	0.52000	0.000	0.00
CL	35	16.0	34.20000	0.000	0.00
AR	40	0.6	0.67800	0.000	0.00
K	39	1.5	2.10000	0.000	0.00
CA	40	2.6	0.43000	0.000	0.00
TI	48	4.0	6.10000	0.000	0.00
V	51	4.9	5.04000	0.000	0.00
CR	52	3.9	3.20000	0.000	0.00
MN	55	2.2	13.20000	0.000	0.00
FE	56	11.4	2.55000	0.000	0.00
CO	59	6.7	37.20000	0.000	0.00
NI	59	17.3	4.40000	0.000	0.00
CU	64	7.9	3.79000	0.000	0.00
ZN	65	4.2	1.10000	0.000	0.00
GA	70	6.5	2.90000	0.000	0.00
ZR	91	6.4	0.19000	0.000	0.00
NB	93	6.2	1.15000	0.000	0.00
MO	96	5.8	2.65000	0.000	0.00
RH	103	5.0	150.00000	0.000	0.00
RH05	105	4.1	16000.00000	0.000	0.00
CD	113	5.6	2520.00000	0.000	0.00
CD13	113	23.0	20100.00000	0.000	0.00
IN15	115	3.0	205.00000	0.000	0.00
XE35	135	300000.0	2650000.00000	0.000	0.00
SM49	149	200.0	42100.00000	0.000	0.00
SM51	151	22.0	15000.00000	0.000	0.00
EU	152	8.0	4600.00000	0.000	0.00
EU51	151	8.5	9200.00000	0.000	0.00
EU53	153	7.5	300.00000	0.000	0.00
GD	157	165.0	49400.00000	0.000	0.00
GD55	155	60.0	61000.00000	0.000	0.00
GD57	157	1000.0	254000.00000	0.000	0.00
DY64	164	260.0	2700.00000	0.000	0.00
ER	167	5.0	162.00000	0.000	0.00
ER62	162	5.0	29.00000	0.000	0.00
ER64	164	9.0	2.40000	0.000	0.00
ER66	166	6.0	38.00000	0.000	0.00
ER67	167	4.0	646.00000	0.000	0.00
ER68	168	5.0	2.10000	0.000	0.00
ER70	170	2.0	5.00000	0.000	0.00
LU	175	6.7	83.00000	0.000	0.00
LU75	175	6.0	23.00000	0.000	0.00
LU76	176	34.0	2320.00000	0.000	0.00
HF	179	4.4	107.00000	0.000	0.00
W	184	5.7	18.30000	0.000	0.00
W180	180	5.3	3.50000	0.000	0.00
W182	182	7.0	20.70000	0.000	0.00
W183	183	7.3	10.20000	0.000	0.00
W184	184	6.3	1.70000	0.000	0.00
W186	186	3.2	37.80000	0.000	0.00
AU97	197	5.0	98.80000	0.000	0.00
PB	207	11.4	0.17000	0.000	0.00
BI	209	9.0	0.03300	0.000	0.00
TH28	228	0.0	123.30000	0.300	3.00
TH29	229	0.0	84.50000	30.500	2.08
TH30	230	0.0	23.20000	0.001	3.00
TH31	231	0.0	0.00000	0.000	0.00
TH32	232	12.7	7.40000	0.000	3.00
TH2O	232	12.7	7.40000	0.000	0.00
TH33	233	0.0	1515.00000	15.000	3.00
PA31	231	10.0	201.00000	0.012	3.00
PA32	232	0.0	1460.00000	700.000	3.00
PA33	233	14.0	41.00000	0.100	3.00
PA4M	234	0.0	0.00000	0.000	0.00
PA4G	234	0.0	0.00000	0.000	0.00
U232	232	15.0	148.00000	75.200	3.13
U233	233	8.2	574.20000	528.400	2.50
U234	234	12.0	100.00000	0.650	3.00
U235	235	13.8	681.90000	583.500	2.44
U236	236	0.0	5.20000	0.000	0.00
U237	237	0.0	380.00000	0.350	3.00
U238	238	8.0	2.71000	0.000	0.00
U38	238	8.0	2.71000	0.000	0.00
U239	239	0.0	36.00000	14.000	3.00
NP6M	236	0.0	0.00000	0.000	0.00
NP6G	236	0.0	0.00000	2500.000	3.00
NP37	237	0.0	169.00000	0.019	3.00
NP38	238	0.0	0.00000	2070.000	3.00
NP39	239	0.0	45.00000	1.000	3.00
NP0M	240	0.0	0.00000	0.000	0.00
NP0G	240	0.0	0.00000	0.000	0.00
PU36	236	0.0	0.00000	162.000	3.00
PU37	237	0.0	0.00000	2200.000	3.00
PU38	238	24.0	564.00000	16.500	2.90
PU39	239	9.5	1012.00000	741.700	2.89
PU40	240	1.5	287.00000	0.050	2.85

Нестационарное уравнение баланса нейтронов
(одногрупповое приближение, реактор однородный)

$$\frac{dN}{d\tau} = D\Delta\Phi - \Sigma_a \cdot \Phi + \nu\Sigma_f \cdot \Phi$$

$$\frac{dN}{d\tau} = \Delta\Phi + \frac{(K_\infty - 1)}{\mathrm{L}^2} \cdot \Phi$$

В критическом реакторе

$$\Delta\Phi + \frac{(K_\infty^0 - 1)}{\mathrm{L}_0^2} \cdot \Phi = 0$$

èëè $\Delta\Phi + B_0^2 \cdot \Phi = 0 \ \Rightarrow \Delta\Phi = -B_0^2 \cdot \Phi$

Подставив это сюда получим

$$\frac{dN}{d\tau} \approx \left(\frac{(K_\infty - 1)}{\mathrm{L}^2} - B_o^2 \right) \cdot \Phi$$

Ïîìíÿ, ÷òî $\Phi = \mathrm{v} \cdot N$, ïåðåïèøåì

$$\frac{1}{\mathrm{v}} \frac{d\Phi}{d\tau} = \left(\frac{(K_\infty - 1)}{\mathrm{L}^2} - B_o^2 \right) \cdot \Phi$$ èëè $$\frac{d\Phi}{d\tau} = \mathrm{v} \cdot \left(\frac{(K_\infty - 1)}{\mathrm{L}^2} - B_o^2 \right) \cdot \Phi$$

Решение с начальным условием $\Phi(0)=\Phi_0$, будет

$$\Phi(\tau) = \Phi_0 \cdot \exp\left(\left(\mathrm{v} \cdot \frac{(K_\infty - 1)}{\mathrm{L}^2} - \mathrm{v} \cdot B_o^2 \right) \cdot \tau \right), \quad B_0^2 = \frac{(K_\infty^0 - 1)}{\mathrm{L}_0^2}, \ \mathrm{L}^2 = \frac{D}{\Sigma_a}$$

Ïóñòü v - const, à $\mathrm{L}^2 = \mathrm{L}_0^2$, òîãäà

$$\Phi(\tau) = \Phi_0 \cdot \exp\left(\mathrm{v} \cdot \frac{(K_\infty - K_\infty^0)}{\mathrm{L}^2} \cdot \tau \right)$$

Нестационарное уравнение баланса нейтронов

(одногрупповое приближение, реактор однородный)

Ïåðåïèøåì â âèäå,

$$\Phi(\tau) = \Phi_0 \cdot \exp\left(\frac{\tau}{T}\right), \text{ ãäå } T = \frac{L^2}{\mathrm{v} \cdot (K_\infty - K_\infty^0)} \text{ èëè } T = \frac{L^2}{\mathrm{v} \cdot \Delta K_\infty}$$

v - ñêîðîñòü òåïëîâîãî íåéòðîíà, $L^2 = \dfrac{D}{\Sigma_a}, \quad D = 1/\Sigma_a$