

# Radiofarmakológia

Szegedi Tudományegyetem

Nukleáris Medicina Intézet

# Tracer elv (Chiewitz, Hevesy 1935)

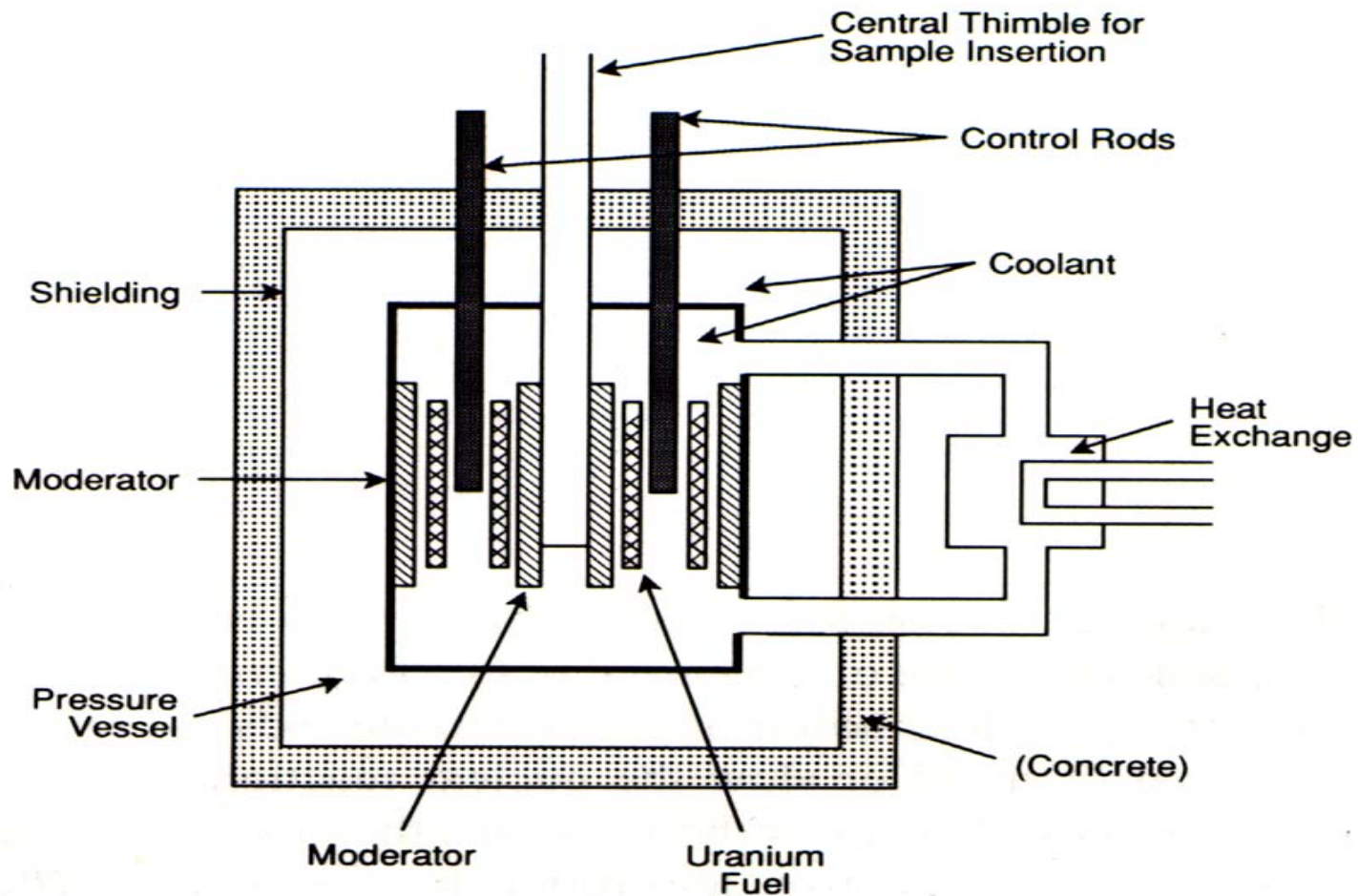
A szervezet nem tud különbséget tenni radioaktív és nem radioaktív elemek között

- Kis koncentráció
- Nincs farmakológiai hatás
- Leképezés kívülről
- Kvantitatív

# Radionuklid előállítás

- Reaktor
- Részecskegyorsító
- Generátor

# Atomreaktor



10-12-03

SZTE NMI

# Reaktortermékek

- $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  spontán maghasadás  
( $T_{1/2}$   $7 \times 10^8$  év)
- láncreakció (neutronok)
- Kémiai szeparálás
- Hordozómentes termékek

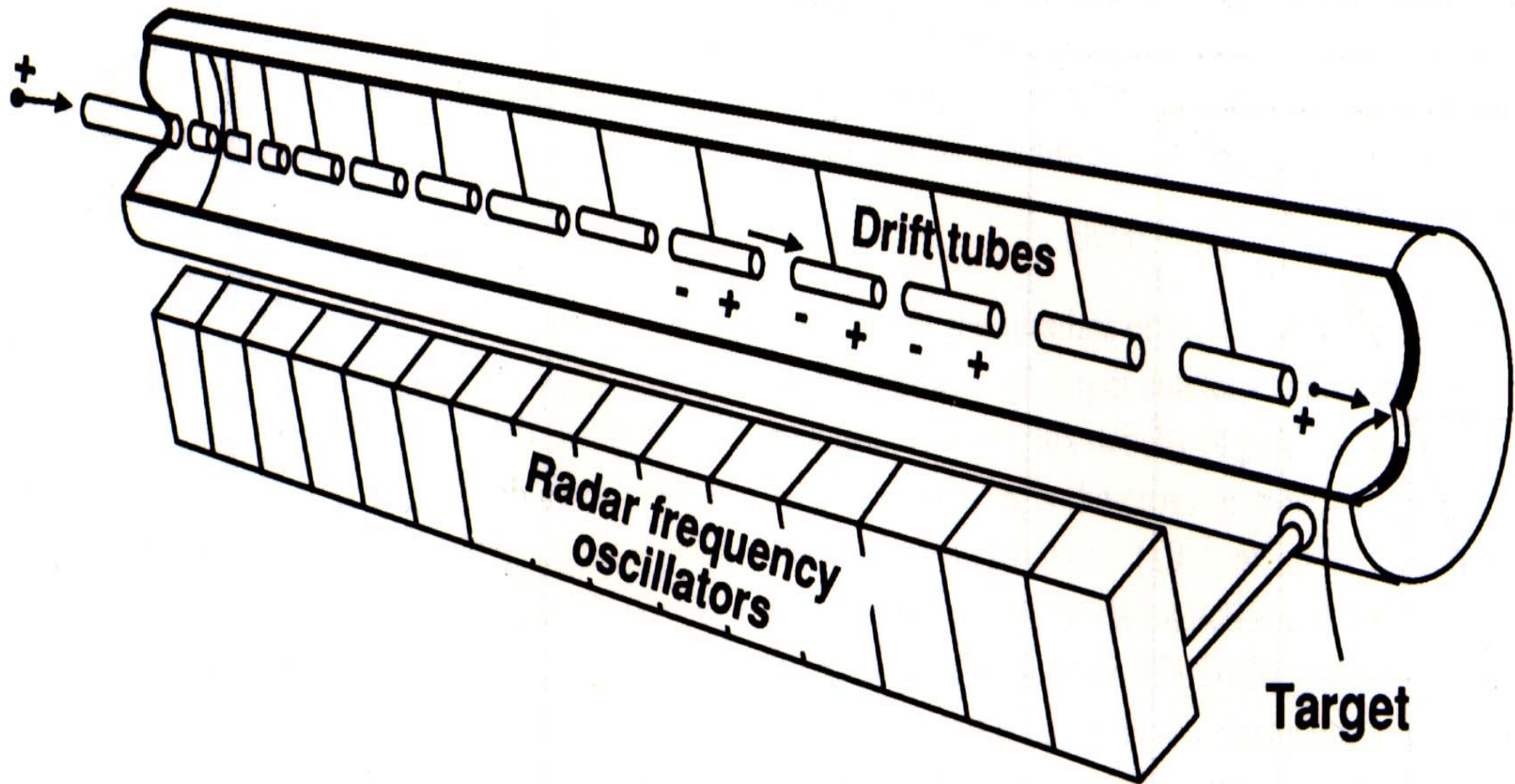
# Reaktortermékek

<i>Radionuclide</i>	<i>Decay Modes</i>	<i>Reaction</i>
$^{14}\text{C}$	$\beta^-$	$^{14}\text{N} (n, p) ^{14}\text{C}$
$^{24}\text{Na}$	$\beta^-, \gamma$	$^{23}\text{Na} (n, \gamma) ^{24}\text{Na}$
$^{32}\text{P}$	$\beta^-$	$^{31}\text{P} (n, \gamma) ^{32}\text{P}$ $^{32}\text{S} (n, p) ^{32}\text{P}$ $^{34}\text{S} (n, \gamma) ^{35}\text{S}$
$^{35}\text{S}$	$\beta^-$	$^{35}\text{Cl} (n, p) ^{35}\text{S}$
$^{42}\text{K}$	$\beta^-, \gamma$	$^{41}\text{K} (n, \gamma) ^{42}\text{K}$
$^{47}\text{Ca}$	$\beta^-, \gamma$	$^{46}\text{Ca} (n, \gamma) ^{47}\text{Ca}$
$^{51}\text{Cr}$	EC, $\gamma$	$^{50}\text{Cr} (n, \gamma) ^{51}\text{Cr}$
$^{59}\text{Fe}$	$\beta^-, \gamma$	$^{58}\text{Fe} (n, \gamma) ^{59}\text{Fe}$
$^{75}\text{Se}$	EC, $\gamma$	$^{74}\text{Se} (n, \gamma) ^{75}\text{Se}$
$^{99}\text{Mo}$	$\beta^-, \gamma$	$^{98}\text{Mo} (n, \gamma) ^{99}\text{Mo}$
$^{113}\text{Sn}$	EC, $\gamma$	$^{112}\text{Sn} (n, \gamma) ^{113}\text{Sn}$
$^{125}\text{I}$	EC, $\gamma$	$^{124}\text{Xe} (n, \gamma) ^{125}\text{Xe} \rightarrow ^{125}\text{I}$
$^{131}\text{I}$	$\beta^-, \gamma$	$^{130}\text{Te} (n, \gamma) ^{131}\text{Te} \rightarrow ^{131}\text{I}$

# Részecskegyorsítók

- Lineáris gyorsító (800 MeV protonok, GeV electronok)
- Ciklotron( protonok, deuteron, alfa részecskék, He 8-50 MeV)

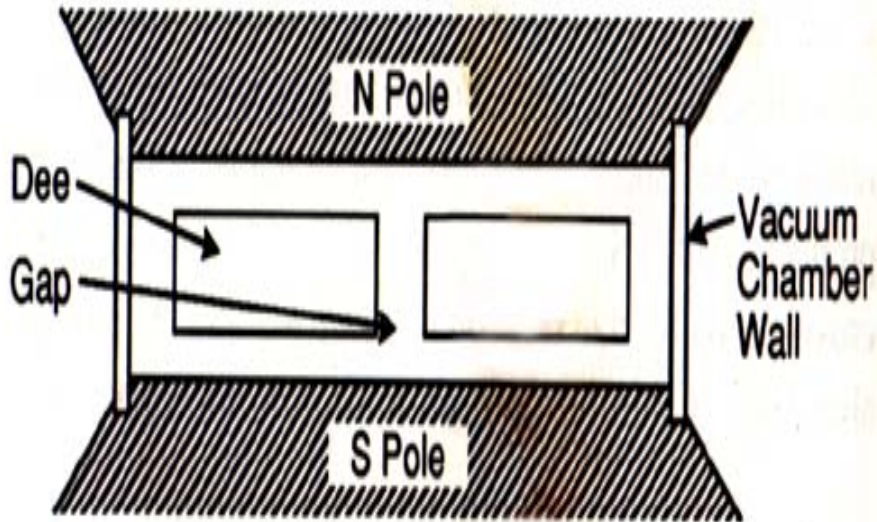
# Lineáris gyorsító



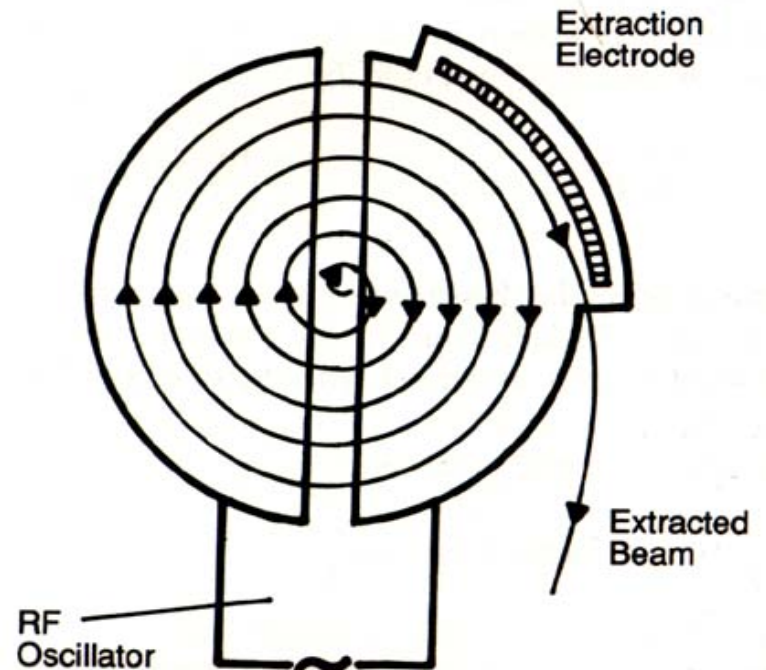


# Ciklotron

•oldalról



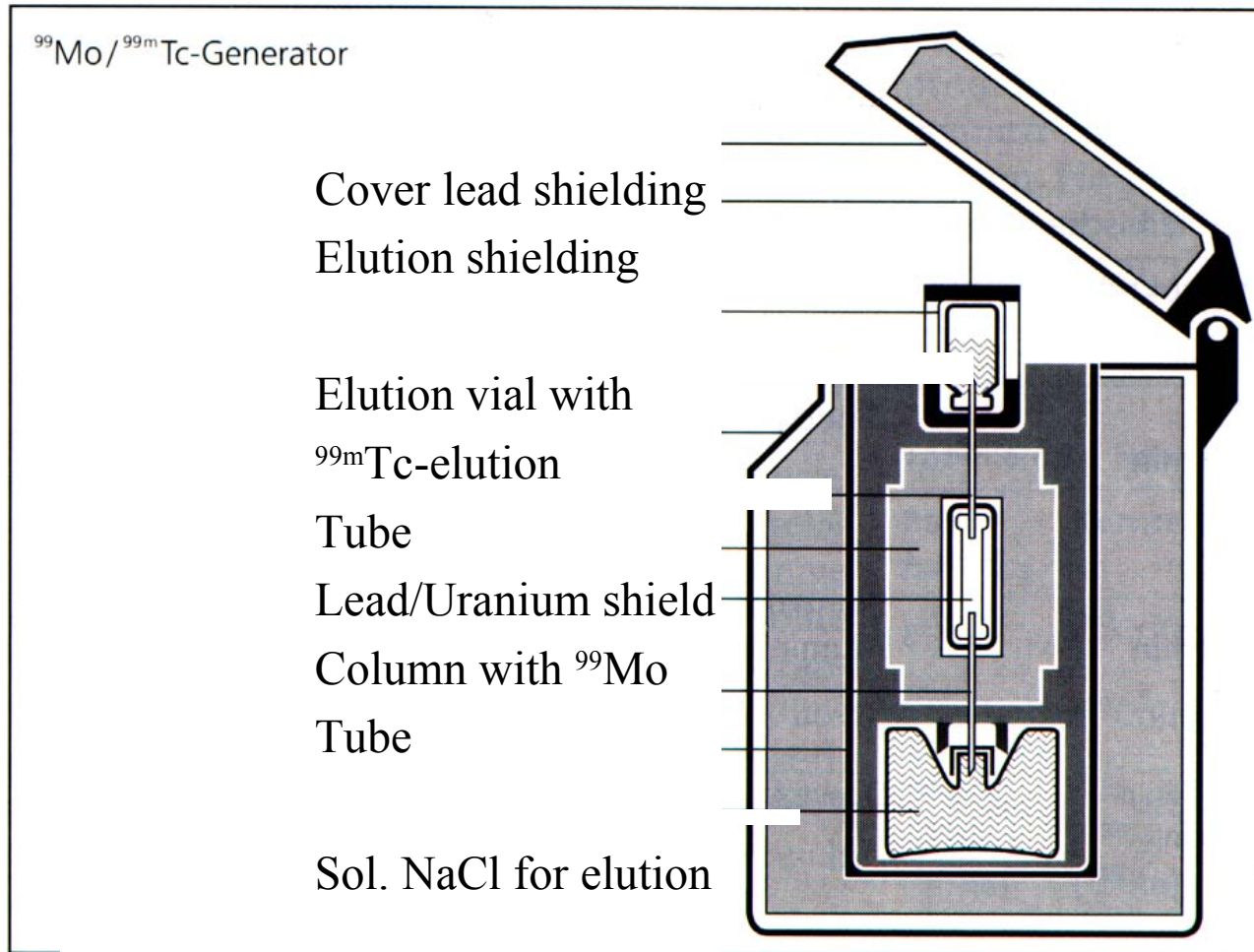
•felülről



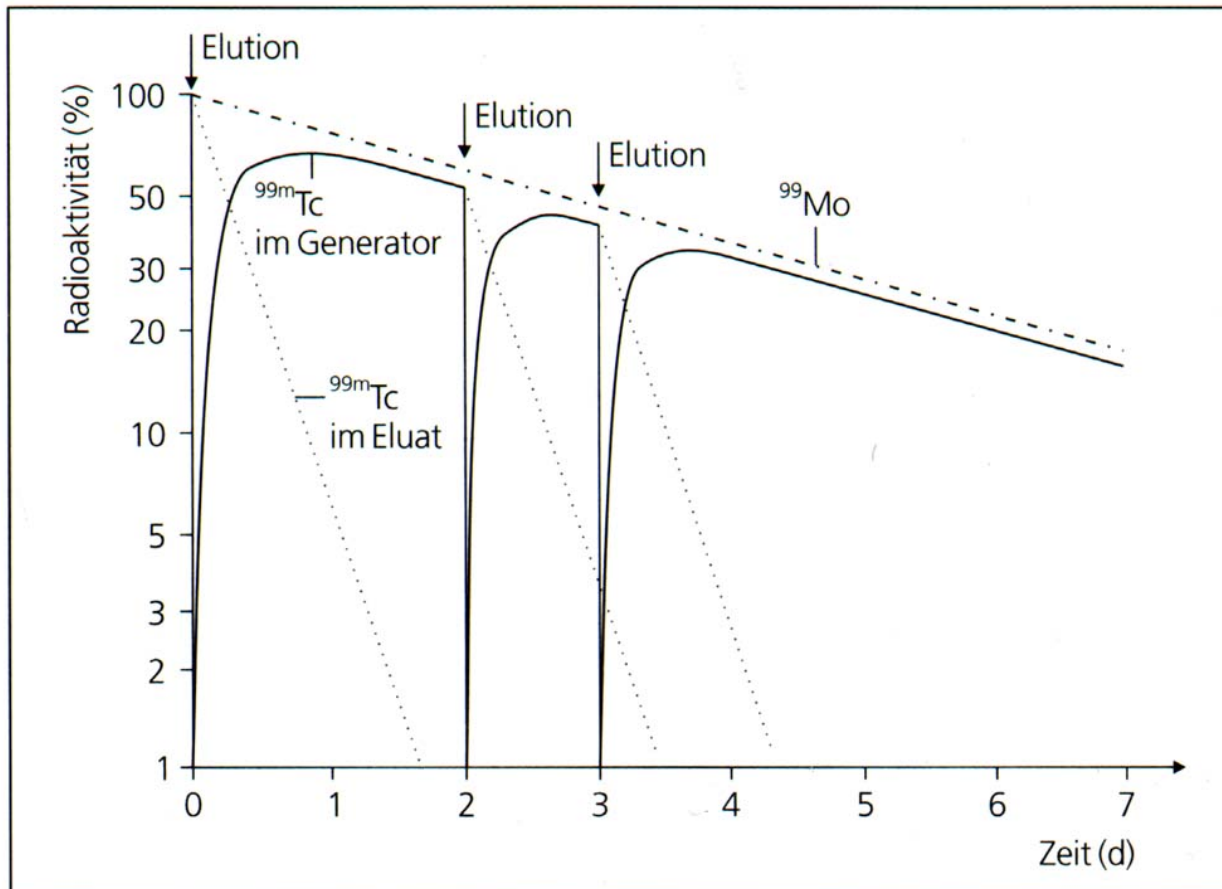
# Ciklotrontermékek

RADIONUCLIDE	PRINCIPAL DECAY MODE	NUCLEAR REACTION
$^{11}\text{C}$	$\beta^+$	$^{11}\text{B} (p,n) ^{11}\text{C}$ $^{10}\text{B} (d,n) ^{11}\text{C}$ $^{14}\text{N} (p,\alpha) ^{11}\text{C}$
$^{13}\text{N}$	$\beta^+$	$^{12}\text{C} (d,n) ^{13}\text{N}$ $^{16}\text{O} (p,\alpha) ^{13}\text{N}$
$^{15}\text{O}$	$\beta^+$	$^{14}\text{N} (d,n) ^{15}\text{O}$ $^{16}\text{O} (p,pn) ^{15}\text{O}$
$^{18}\text{F}$	$\beta^+, \text{EC}$	$^{18}\text{O} (p,n) ^{18}\text{F}$ $^{20}\text{Ne} (d,\alpha) ^{18}\text{F}$
$^{43}\text{K}$	$\beta^-, \gamma$	$^{40}\text{Ar} (\alpha,p) ^{43}\text{K}$
$^{52}\text{Fe}$	$\beta^+, \text{EC}$	$^{50}\text{Cr} (\alpha,2n) ^{52}\text{Fe}$
$^{57}\text{Co}$	EC	$^{56}\text{Fe} (p,\gamma) ^{57}\text{Co}$
$^{67}\text{Ga}$	EC	$^{66}\text{Zn} (d,n) ^{67}\text{Ga}$ $^{68}\text{Zn} (p,2n) ^{67}\text{Ga}$
$^{75}\text{Br}$	$\beta^+, \text{EC}$	$^{74}\text{Se} (d,n) ^{75}\text{Br}$ $^{74}\text{Se} (p,\gamma) ^{75}\text{Br}$
$^{81\text{m}}\text{Kr}$	$\gamma$	$^{79}\text{Br} (\alpha,2n) ^{81}\text{Rb} \xrightarrow[\text{EC, } \beta^+]{T_{1/2} = 4.7 \text{ h}} ^{81\text{m}}\text{Kr}$
$^{111}\text{In}$	EC	$^{111}\text{Cd} (p,n) ^{111}\text{In}$ $^{112}\text{Cd} (p,2n) ^{111}\text{In}$
$^{123}\text{I}$	EC	$^{122}\text{Te} (d,n) ^{123}\text{I}$ $^{123}\text{Te} (p,n) ^{123}\text{I}$ $^{124}\text{Te} (p,2n) ^{123}\text{I}$
$^{201}\text{Tl}$	EC	$^{127}\text{I} (p,5n) ^{123}\text{Xe} \xrightarrow[\text{EC, } \beta^+]{T_{1/2} = 2.1 \text{ h}} ^{123}\text{I}$ $^{200}\text{Hg} (d,n) ^{201}\text{Tl}$ $^{201}\text{Hg} (d,2n) ^{201}\text{Tl}$ $^{203}\text{Tl} (p,3n) ^{201}\text{Pb} \xrightarrow[\text{EC, } \beta^+]{T_{1/2} = 9.4 \text{ h}} ^{201}\text{Tl}$

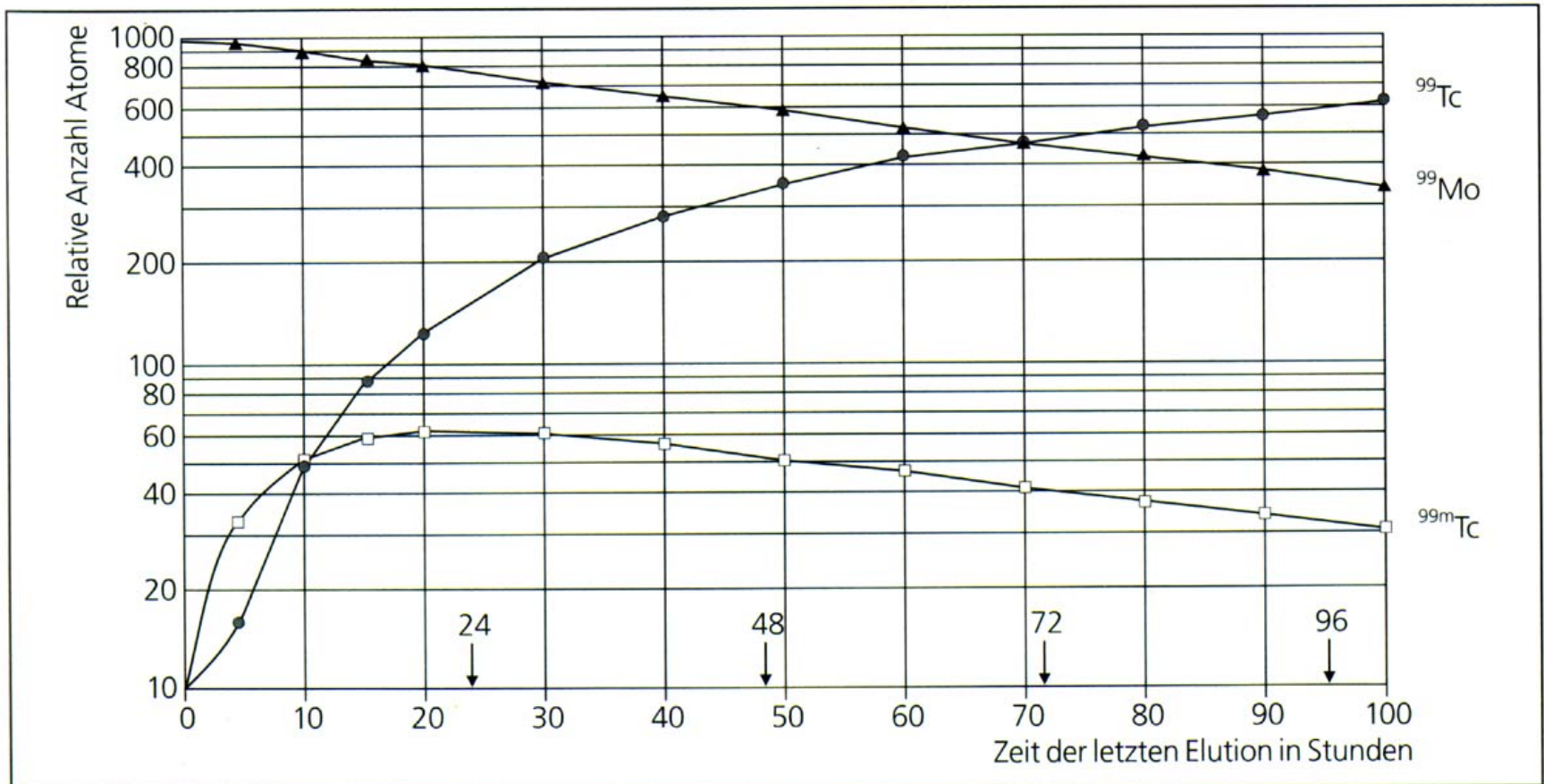
# $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ Generator



# $^{99m}\text{Tc}$ egyensúly kialakulása



# Atomszámok alakulása az eluálástól eltelt idő függvényében



10-12-03

SZTE NMI

# Radionuklid generátorok

DAUGHTER	$T_{1/2}$ (h)	DECAY MODE	PRINCIPAL EMISSION* keV (%)	PARENT	$T_{1/2}$	SELECTED REFERENCES
<sup>99m</sup> Tc	6	IT	140 (89)	<sup>99</sup> Mo	2.7 d	6, 38, 39
<sup>113m</sup> In	1.7	IT	392 (64)	<sup>113</sup> Sn	118 d	58
<sup>87m</sup> Sr	2.8	IT	388 (82)	<sup>87</sup> Y	3.3 d	56
<sup>103m</sup> Rh	0.95	IT	Multiple	<sup>103</sup> Ru	39.3 d	40
<sup>68</sup> Ga	1.13	$\beta^+$	836 (88)	<sup>68</sup> Ge	271 d	48, 51
<sup>52m</sup> Mn	0.35	$\beta^+$	1173 (96)	<sup>52</sup> Fe	8.2 h	52, 53
<sup>132</sup> I	2.3	$\beta^-$	Multiple	<sup>132</sup> Te	78 h	49, 50
<sup>188</sup> Re	17	$\beta^-$	728 (25) 795 (71)	<sup>188</sup> W	69 d	13, 14, 41, 42
<sup>90</sup> Y	64	$\beta^-$	935 (100)	<sup>90</sup> Sr	28.8 y	12
<sup>194</sup> Ir	19	$\beta^-$	745	<sup>194</sup> Os	6 y	43
<sup>212</sup> Bi	1	$\alpha, \beta^-$	$\alpha = 6050$ (25 d) $\beta^-$ -multiple	<sup>212</sup> Pb	10.6 h	44

\* $\beta^-$  and  $\beta^+$  are average energies.

Source: MIRD Decay Schemes.

# Radionuklid generátor

- Olcsó, szállítható
- követelmények:
  - Nagy radiokémiai és radionuklid tisztaságú leányelem
  - Könnyű, biztonságos kezelhetőség
  - Steril, pyrogénmentes anyagot termeljen
  - Alkalmas legyen helyi jelölésekre
  - Többször fejhető legyen
  - A leányelem felezési ideje 1 napnál rövidebb

# Radiokémia

- $^{99m}\text{Tc}$ 
  - fehérjekötés
  - Kolloid-képzés
  - Redukció  $\text{SnCl}_2$  komplexképzés
- $^{18}\text{F}$ 
  - Radionuklid szeparálás
  - Elem csere
  - Végtermék előállítása
  - Tisztítás, minőségellenőrzés



# Radiofarmakonok minőségellenőrzése

- Radionuklid tisztaság
- Kémiai tisztaság
- Radiokémiai tisztaság
- Farmakológiai tisztaság
- Specifikus aktivitás
- Stabilitás