



Biophysik für Pharmazeuten II

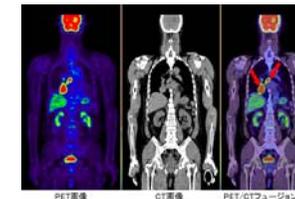
2017/18

Vorlesung 1

Warum ist es interessant?

Medizinische Anwendungen der radioaktiven Strahlungen:

- Diagnostik (Isotopendiagnostik)
- Therapie (Strahlentherapie)

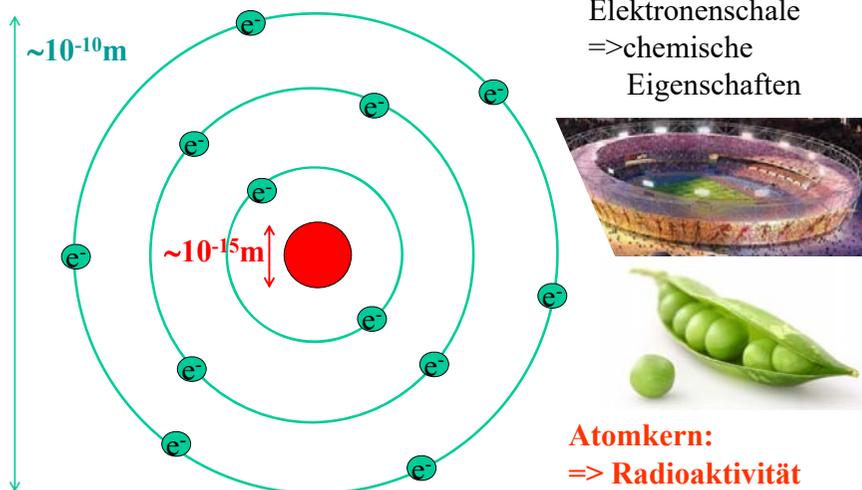


Pharmazeutische Anwendungen:

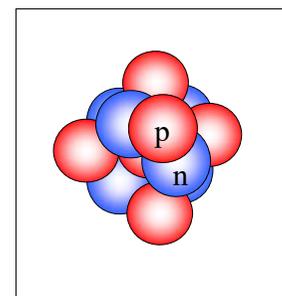
- Pharmakokinetische Untersuchungen



Aufbau des Atoms



Aufbau des Atomkernes



	Ladung	Masse
Proton	+1 e	1 a.u.
Neutron	0	1 a.u.

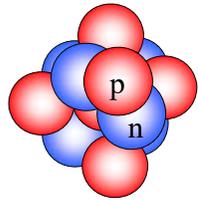
A (Massenzahl) = Protonenzahl + Neutronenzahl → 99
 Z (Ordnungszahl) = Protonenzahl → 43 **Tc**

99 Nukleon: 43 Proton és 56 Neutron



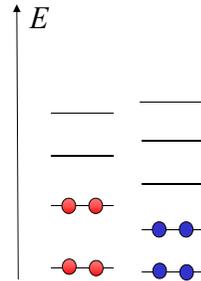
Stabilität des Atomkernes

Coulomb-Kraft → Abstoßung zw. Protonen → destabilisiert
 Kernkraft → Ladungsunabhängig → stabilisiert
 kurze Reichweite



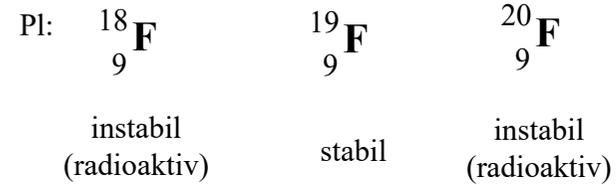
Diskrete Energieniveaus

Typische Übergangsenergie-
 verte: einige MeV



Isotope

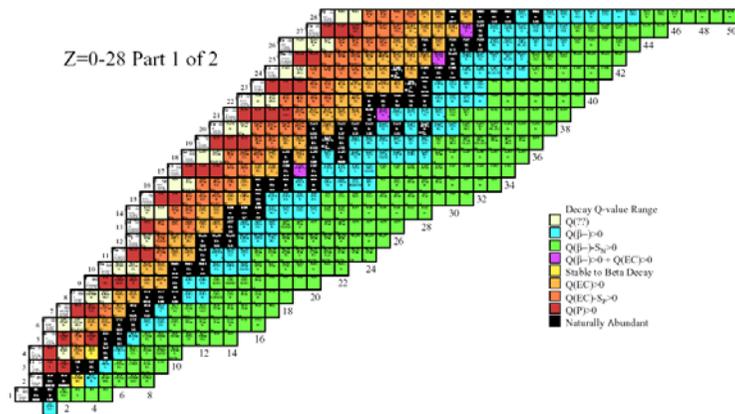
Atomkerne mit gleicher Ordnungszahl aber
 unterschiedlicher Massenzahl
 => gleiche Protonenzahl unterschiedliche Neutronenzahl
 Varianten des gleichen Elementes => Chemische
 Eigenschaften sind identisch!



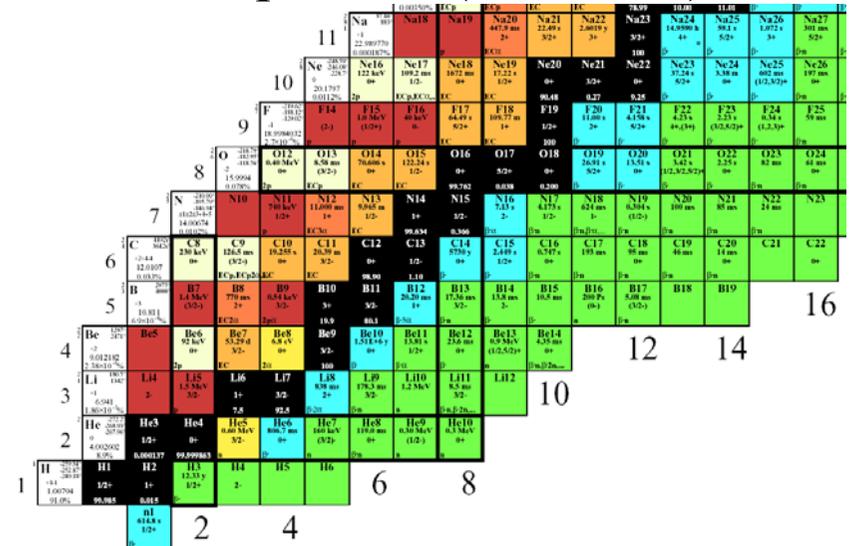
Isotop <-> radioaktives Isotop

Isotoptabelle

Table of Isotopes (1998)



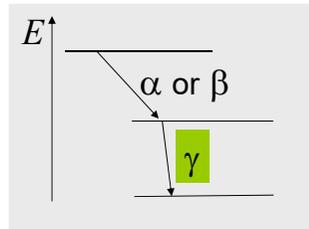
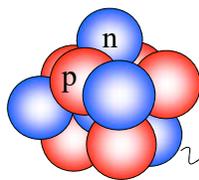
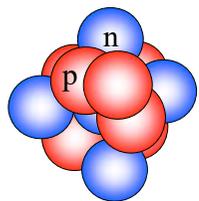
Isotoptabelle (Abschnitt)



Promte γ -Strahlung

Nach dem Zerfall kann die Anordnung der Nukleonen **energetisch ungünstig** sein

Umordnen der Nukleonen: ein niedrigeres Energieniveau wird erreicht, (z.B. weniger coulombsche Abstoßung) => die überflüssige Energie wird in Form von γ -Strahlung ausgestrahlt.



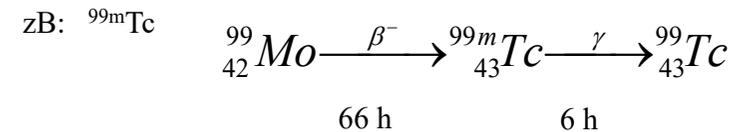
Protonenzahl u. Neutronenzahl sind unverändert!

Isomere Kernumwandlung

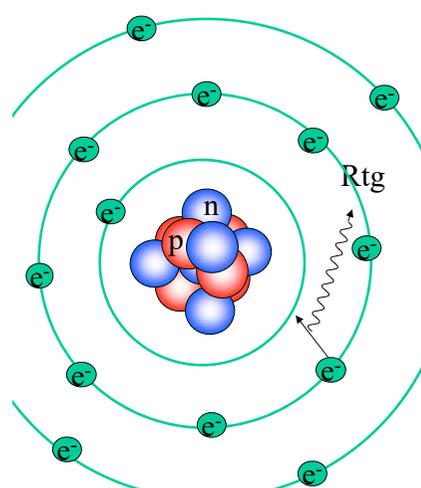
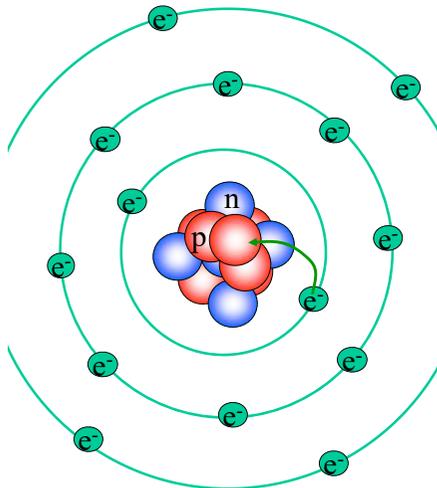
Wenn die Umordnen nicht einfach vor sich gehen kann, entsteht γ -Strahlung nicht sofort, sondern erst nach einer gut messbaren Zeit.

Die zwei Prozesse (α -oder β -Zerfall, γ -Strahlungsemission) können separiert werden.

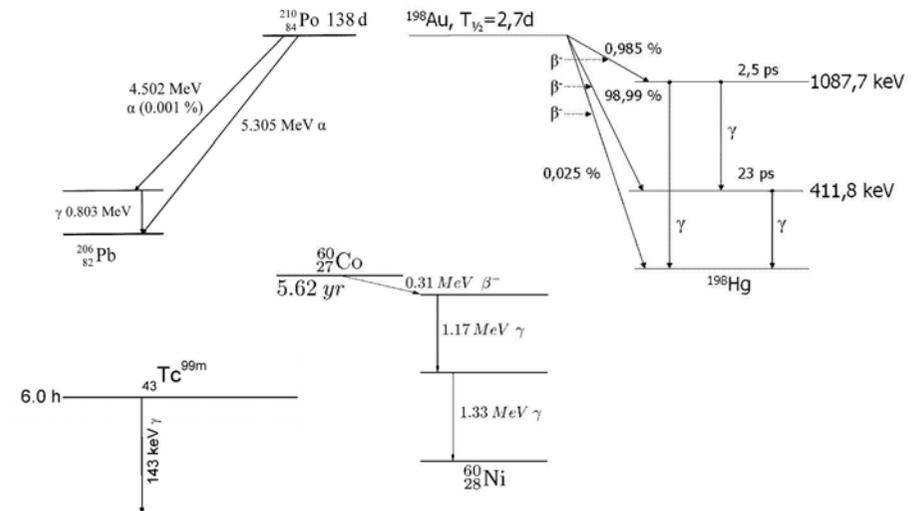
Man kann ein reines γ -strahlen Isotop herstellen!
=> **Isotopendiagnostik**



K-Einfang



Beispiele



Aktivität

$$A = \left| \frac{dN}{dt} \right| \quad \left(= \left| \frac{\Delta N}{\Delta t} \right| \right)$$

N = Anzahl der Zerfallsfähigen Atomkerne
t = Zeit

ΔN die Anzahl der während Δt Zeit zerfallenen Atomkerne

Einheit: Becquerel Bq
1 Bq = 1 Zerfall/sec

Bq, kBq, MBq, GBq, TBq

Zerfallsgesetz

$\Delta N \sim N$ N Anzahl der zerfallsfähigen Kerne

$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$ λ : Zerfallskonstante
Zerfallswahrscheinlichkeit[1/s]
 $1/\lambda = \tau$ Zeit! durchschnittlicher Lebensdauer

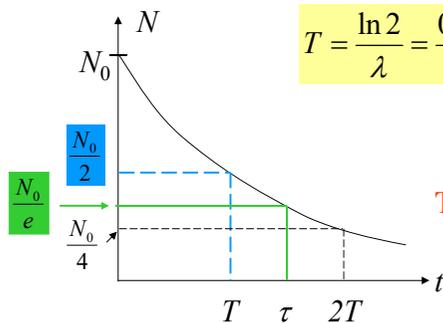
Differentialgleichung

Lösung: $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ Exponentialfunktion!

N_0 Anzahl der zerfallsfähigen Kerne am Anfang ($t=0$)

Zerfallsgesetz

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$



$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

λ Zerfallskonstante
T Halbwertszeit

Theoretisch erreicht es nie 0 !

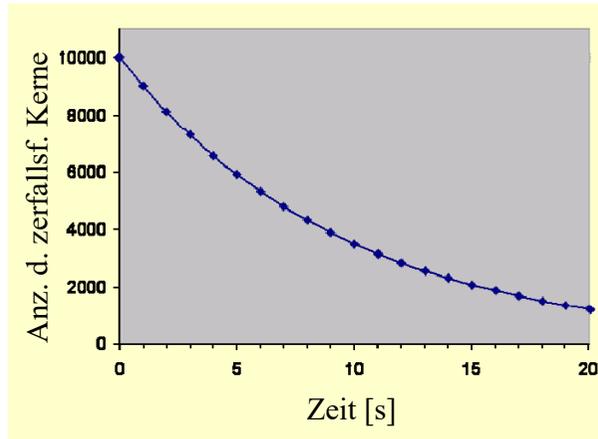
Beispiel

- Sei $N_0=10000$ $\lambda=0,1$ 1/s
- nach 1 sec: 9000 (10000x0,1=1000 sind zerfallen)
- nach 2 sec: 8100 (9000x0,1=900 sind zerfallen)
- nach 3 sec: 7290 (8100x0,1=810 sind zerfallen)
- nach 4 sec: 6561 (7290x0,1=729 sind zerfallen)
-



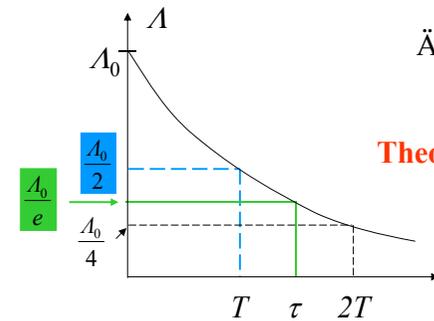
Beispiel

- Sei $N_0=10000$ $\lambda=0,1 \text{ 1/s}$
- 1 sec 9000
- 2 sec 8100
- 3 sec 7290
- 4 sec 6561
-



Zeitliche Änderung der Aktivität

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 2^{-\frac{t}{T}}$$



Änderung wie bei N!

Theoretisch erreicht es nie 0!

ca. $10 T \Rightarrow$ zerfällt auf 1/1000 Teil!

Einige Beispiele für Halbwertszeit

^{232}Th	$1,4 \cdot 10^{10} \text{ J}$	^{60}Co	5,3 J
^{238}U	$4,5 \cdot 10^9 \text{ J}$	^{59}Fe	1,5 M
^{40}K	$1,3 \cdot 10^9 \text{ J}$	^{56}Cr	1 M (28 T)
^{14}C	5736 J	^{131}I	8 T
^{137}Cs	30 J	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6 h
^3H	12,3 J	^{18}F	110 min
		^{11}C	20 min
		^{15}O	2 min
		^{222}Th	2,8 ms

Nicht auswendig lernen!