

Wechselwirkung der Kernstrahlungen mit der Materie

Strahlungsdetektoren

Biophysik für Pharmazeuten II

2017/87

Vorlesung 2

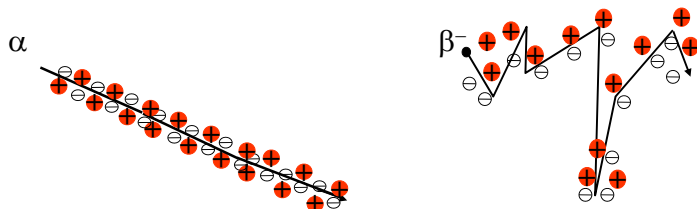
Absorption von radioaktiven Strahlungen

α	}	haben elektrische Ladung
β^+		
β^-		
γ	}	ungeladene Teilchen (elektromagnetische Strahlung)
Rtg*		
n		

*Keine Kernstrahlung aber ihre Absorption ist ähnlich zur γ -Strahlung

Schwächung der geladenen Teilchen

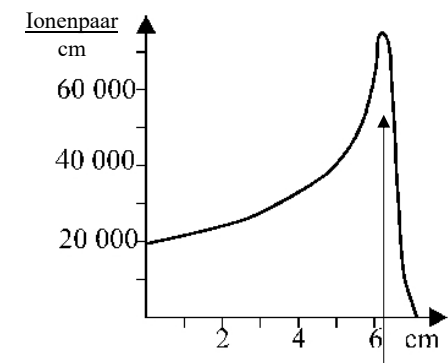
Ionisieren: ihre Energie wird auf einem bestimmten Weg verbraucht
Reichweite



Lineare Energieübertragung (**LET**, Linear Energy Transfer)

$LET = (\text{lineare Ionendichte}) \cdot (\text{zur Ionisation notwendige Energie})$

Lineare Ionendichte für ein α -Teilchen in Luft



Bragg Spitze

Reichweite

α -Teilchen

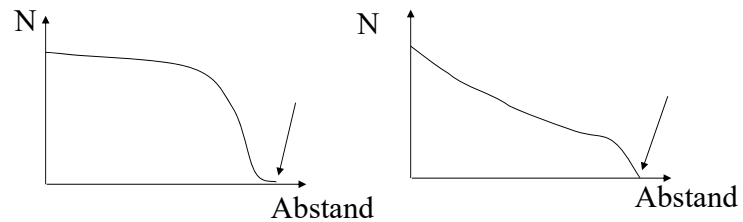
in Luft **einige cm**

in Gewebe **0,01-0,1 mm**

β^- -Teilchen

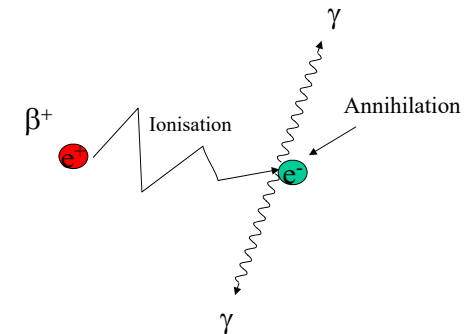
in Luft **m**

in Gewebe **cm**



β^+ -Strahlung

Annihilation



Medizinische Anwendung: Positron Emissionstomographie (PET)

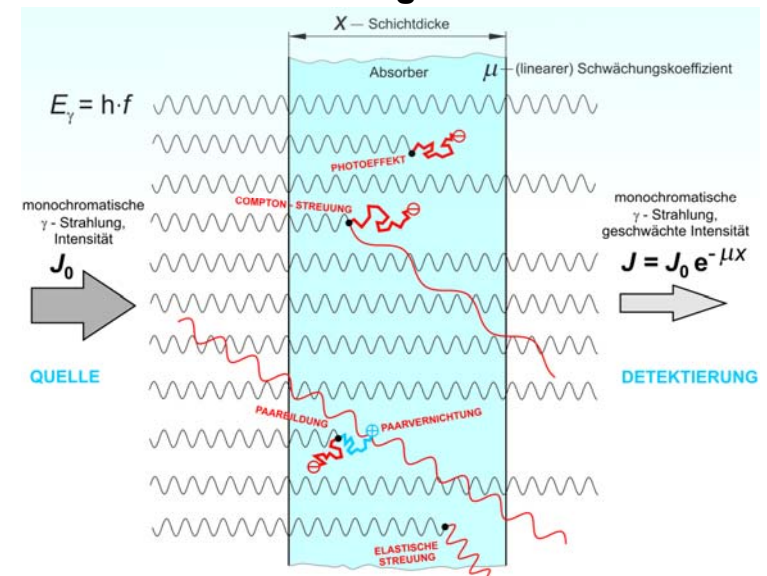
Einsteinsche Formel:

$$E=mc^2$$

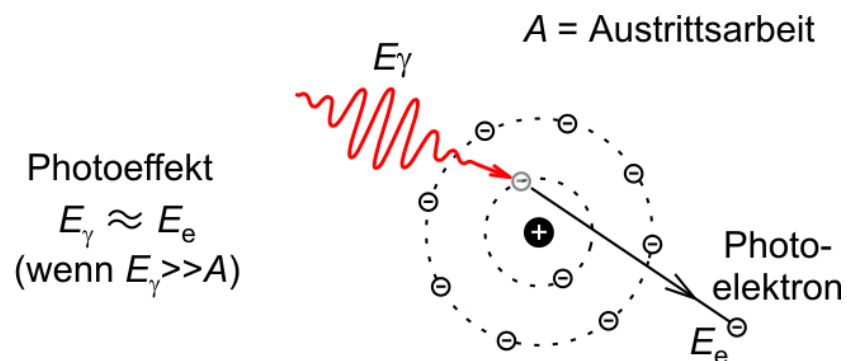
Energie - Masse Äquivalenz !

~~Umwandlung~~

Wechselwirkung der Röntgen- und Gamma-Strahlung mit der Materie

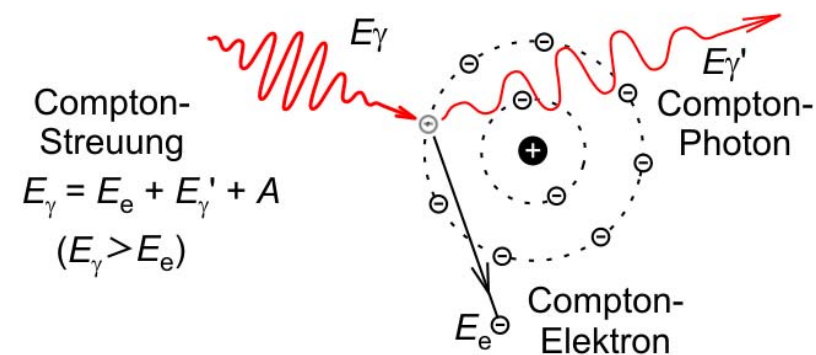


Photoelektrischer Effekt



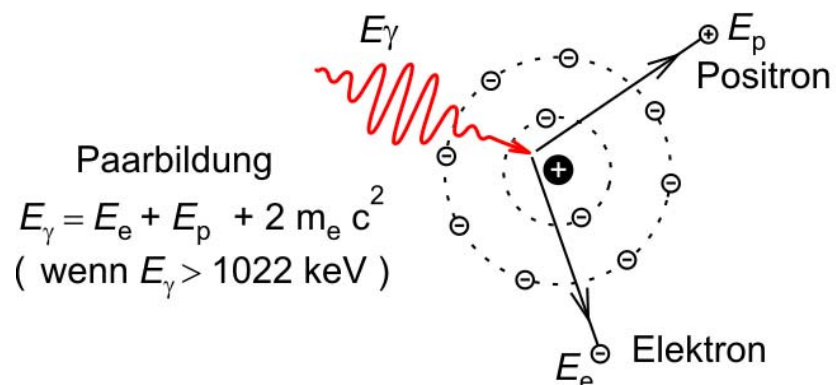
9

Compton Effekt



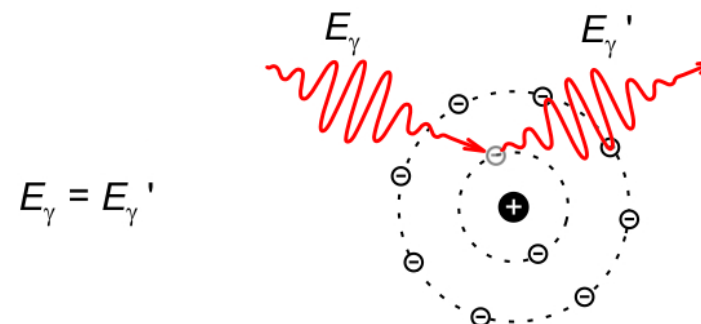
10

Paarbildung



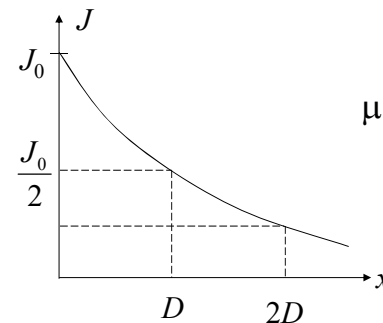
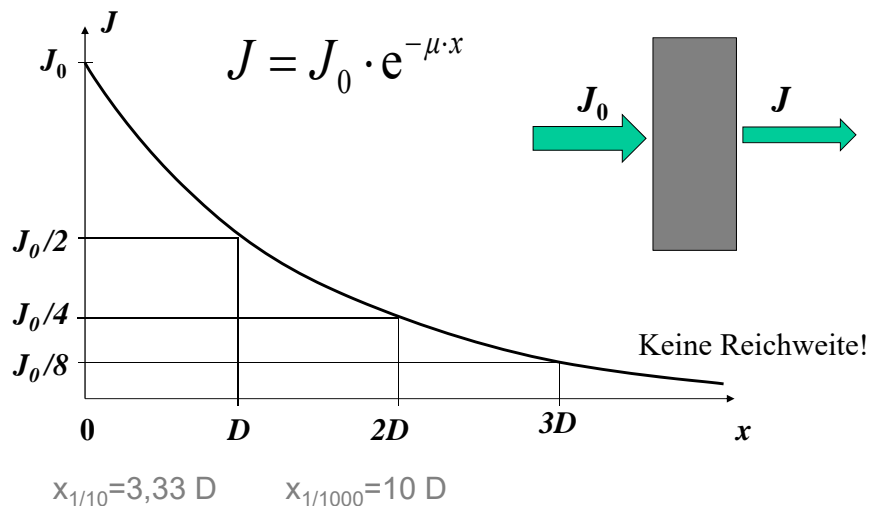
11

Elastische Streuung



12

Schwächung der γ - und Röntgenstrahlung



$$J = J_0 e^{-\mu x}$$

μ : (linearer) Schwächungskoeffizient

Maßeinheit: 1/m, 1/cm

$$\delta = \frac{1}{\mu} \text{ „Eindringtiefe“}$$

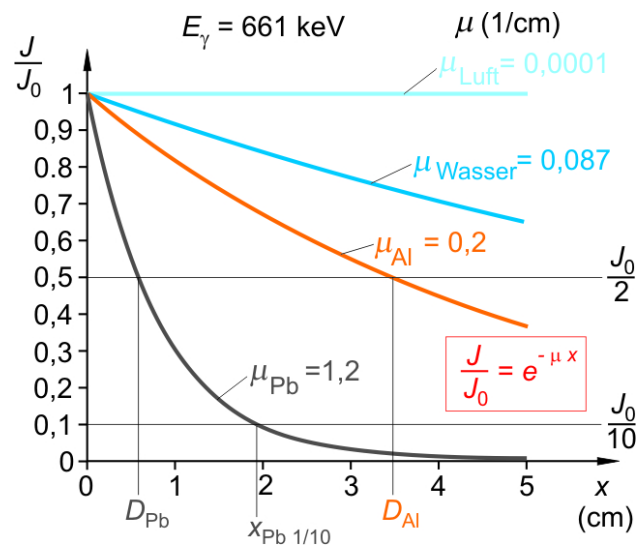
Die Intensität sinkt auf den e-ten Teil des Anfangswertes ($\approx 37\%$)

$$\mu(\text{Stoffart, Dichte, Energie der Strahlung}) = \mu(\text{Stoffart}, \rho, E_{\text{foton}}) \sim \rho$$

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} \text{ Massenschwächungskoeffizient}$$

Maßeinheit: cm^2/g

Schwächung der γ - und Röntgenstrahlung



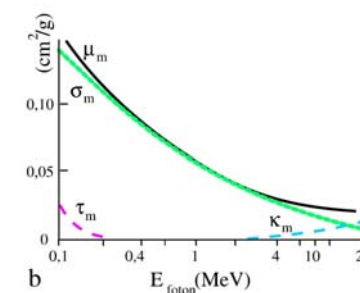
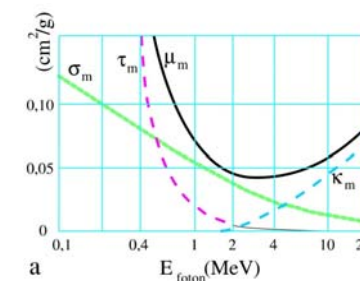
15

Massenschwächungskoeffizient:

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho}$$

$$\mu_m = \tau_m + \sigma_m + \kappa_m$$

$$\tau_m = c \lambda^3 Z^3$$



Wechselwirkung der Neutronenstrahlung mit der Materie

1. Anstoß mit einem Proton



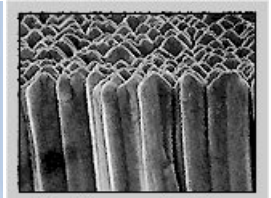
2. Aktivierung



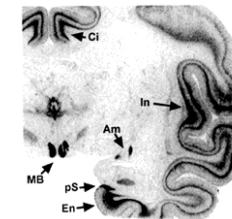
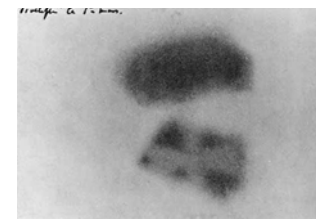
Radioaktives Isotop
mit Neutronenübersuss

Detektierung der Röntgen- (und γ -)Strahlung

Szintillation



Photographie

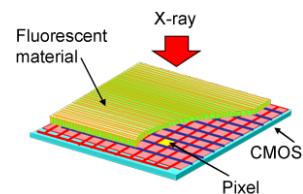


Detektierung der Röntgen- und γ -Strahlung

Gasionisation

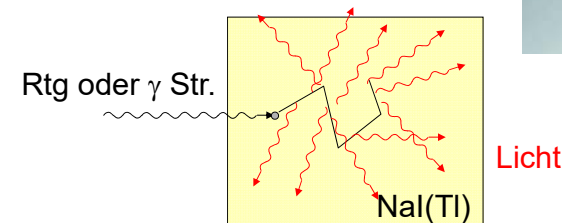


Halbleiter



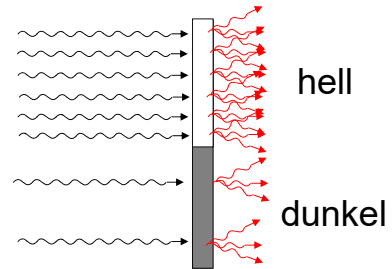
Szintillation

- Szintillationskristall
(Szintillationszähler)
(siehe Praktikum!)



Szintillation

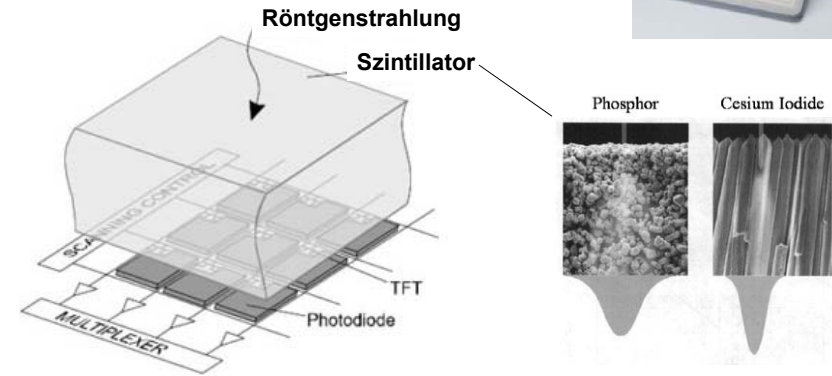
Szintillationsschirm
(Fluoroskopie)



Fluoroskopie: Heute nur mit Bildverstärker!

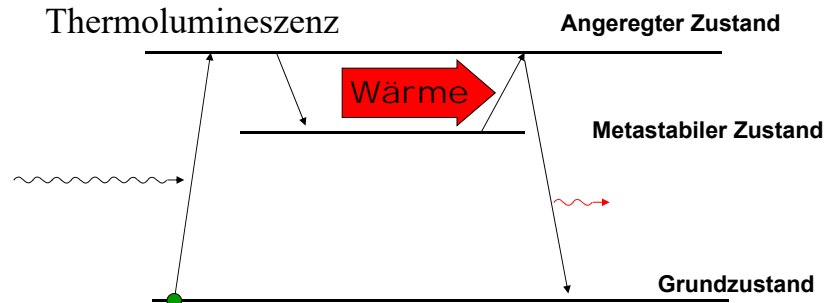
Szintillation

„Flat panel” Röntgendetektor
zur digitalen Röntgentechnik



Szintillation

Thermolumineszenz

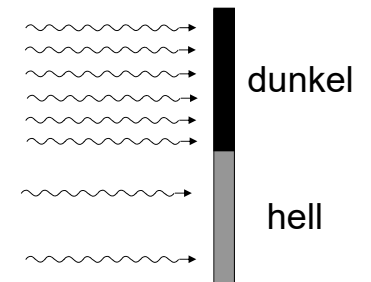
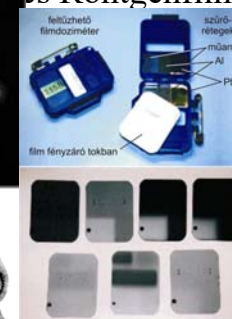
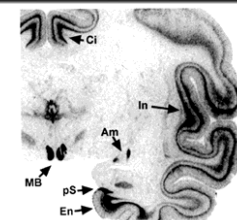


Anwendung: Dosimetrie

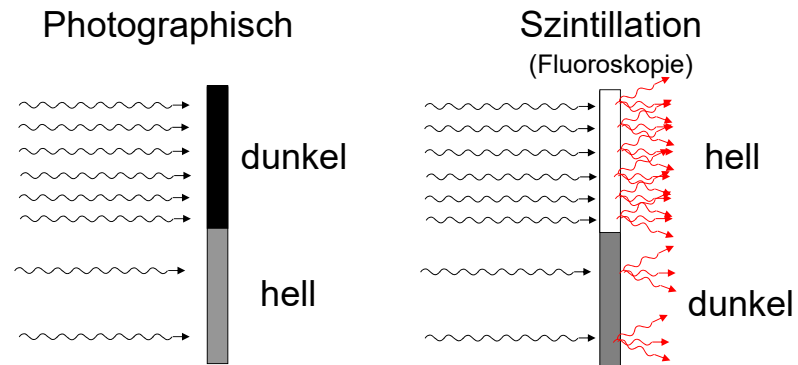


Photographie

Photochemischer Effect der Röntgenstrahlung:
des Röntgenfilmes.



Vergleich des photographischen und fluoroskopischen Bildes

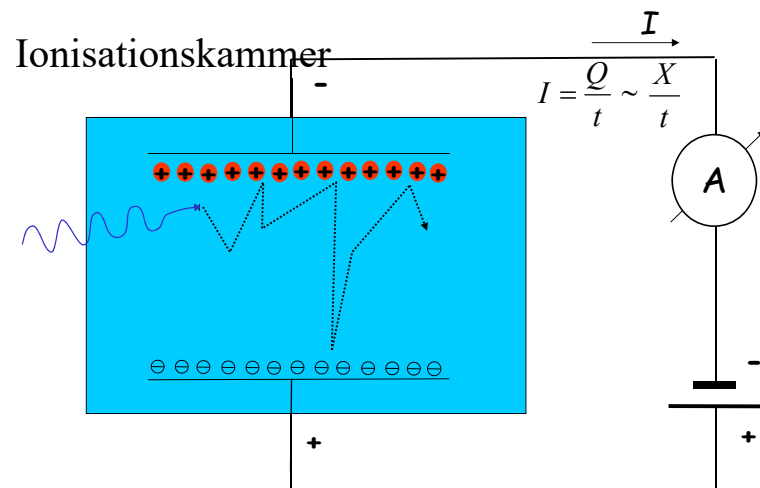


Fluoroskopie

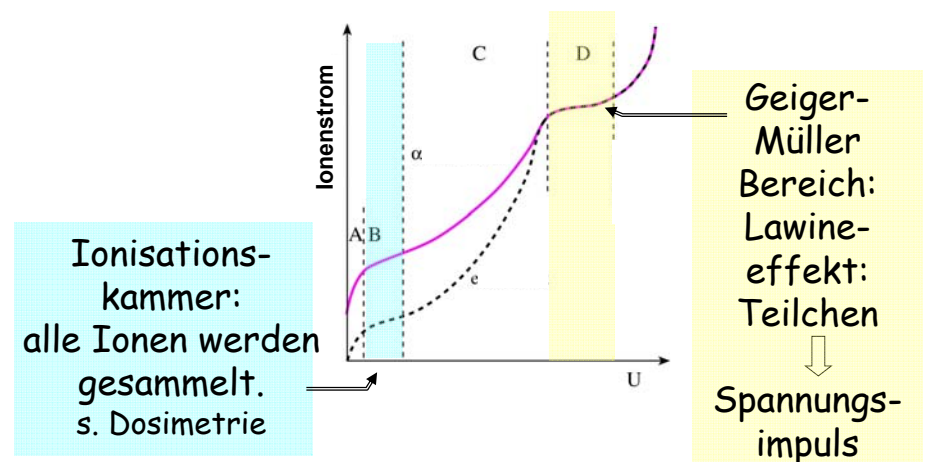


Filmaufnahme

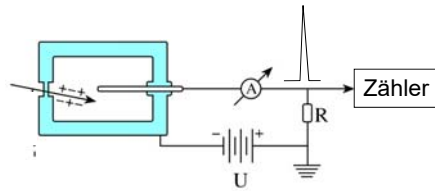
Gasionisationsdetektoren



Gasionisationsdetektoren



Geiger-Müller Zahlrohr



Lawineeffekt !

Nachteil:

kleine Empfindlichkeit für γ -Strahlung

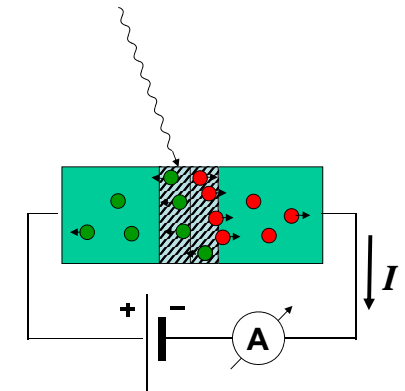
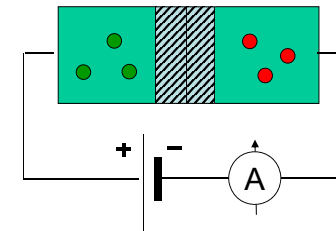
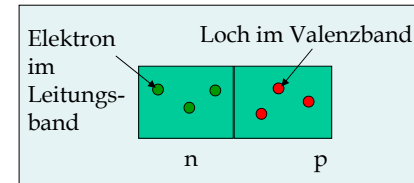
Nicht Energieselektive

Vorteil: einfache Aufbau

Anwendung: Dosimetrie

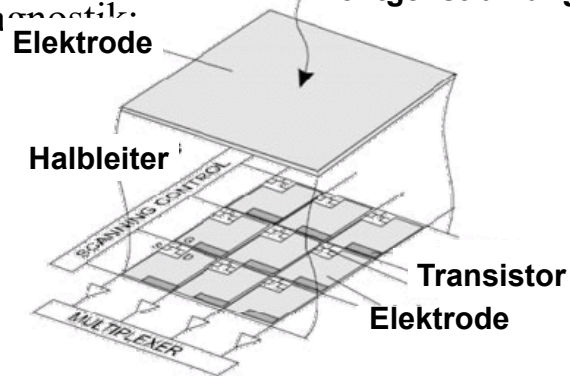
Halbleiter

Prinzip: Halbleiterdiode in Sperrichtung:



Halbleiter

Anwendung der Halbleiterdetektoren in der Röntgendiagnostik:



Vergleich von direkten und indirekten Halbleiterdetektoren

