

Wechselwirkung der Kernstrahlungen mit der Materie

Strahlungsdetektoren

Biophysik für Pharmazeuten II

2017/87

Vorlesung 2

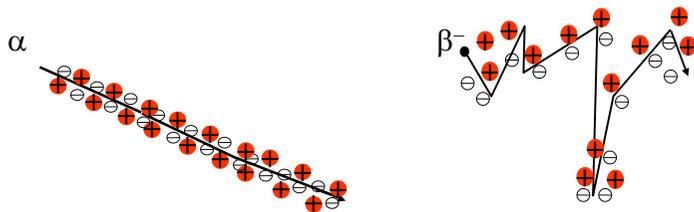
Absorption von radioaktiven Strahlungen

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

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

Schwächung der geladenen Teilchen

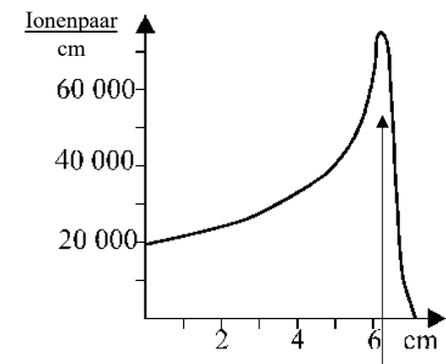
Ionisieren: ihre Energie wird auf einem bestimmten Weg verbraucht
Reichweite



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

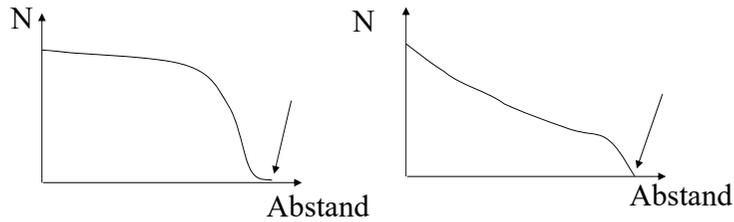
β^- -Teilchen

in Luft **einige cm**

in Luft **m**

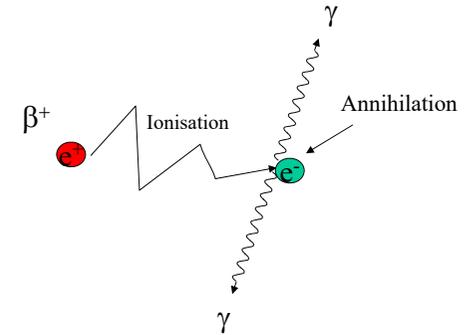
in Gewebe **0,01-0,1 mm**

in Gewebe **cm**



β^+ -Strahlung

Annihilation



Medizinische Anwendung: Positron Emissionstomographie (PET)

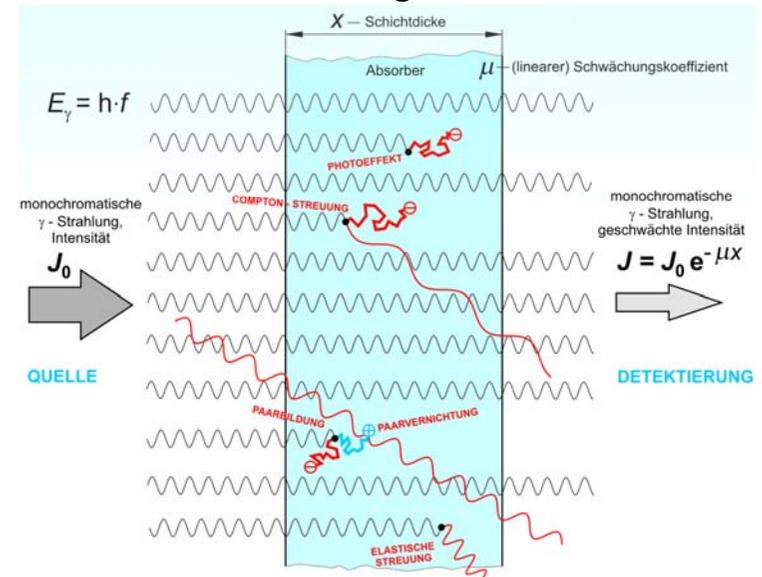
Einsteinsche Formel:

$$E=mc^2$$

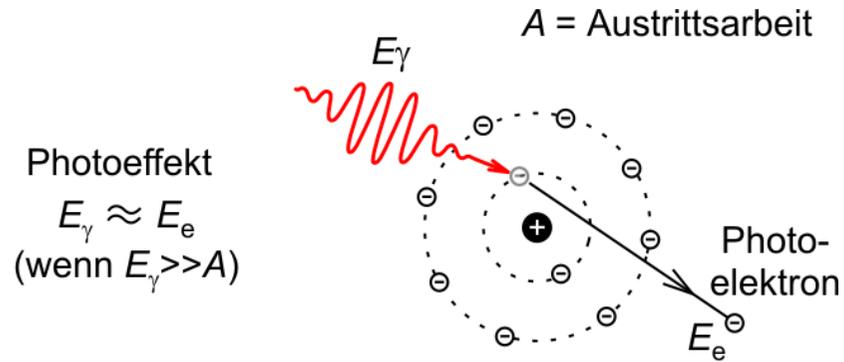
Energie - Masse Äquivalenz !

~~Umwandlung~~

Wechselwirkung der Röntgen- und Gamma-Strahlung mit der Materie

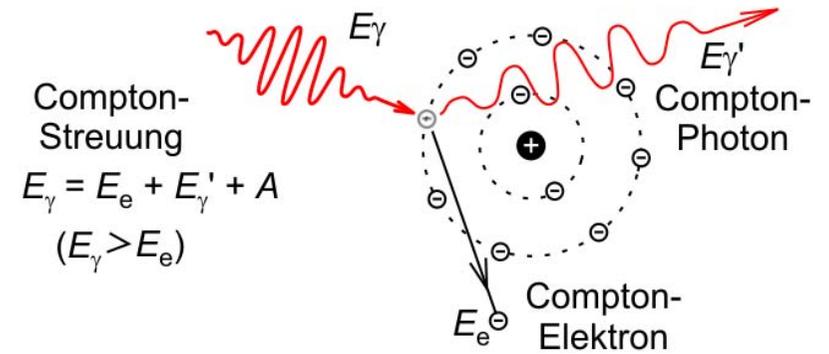


Photoelektrischer Effekt



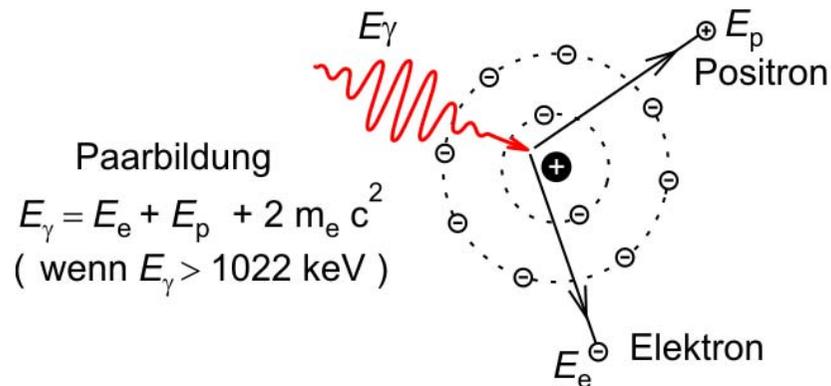
9

Compton Effekt



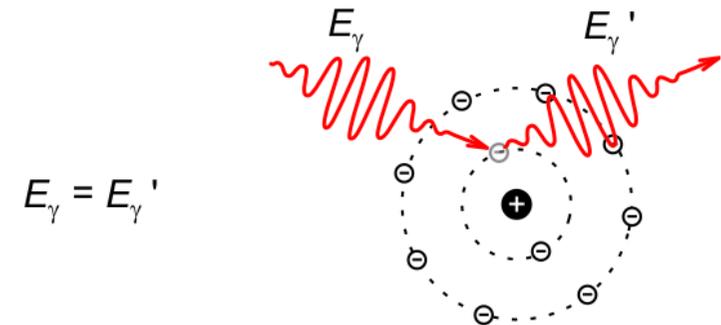
10

Paarbildung



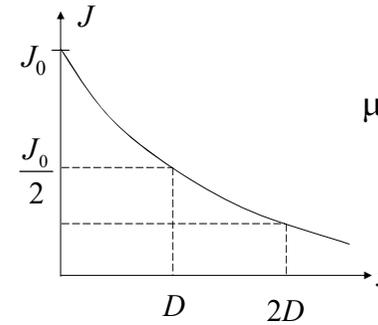
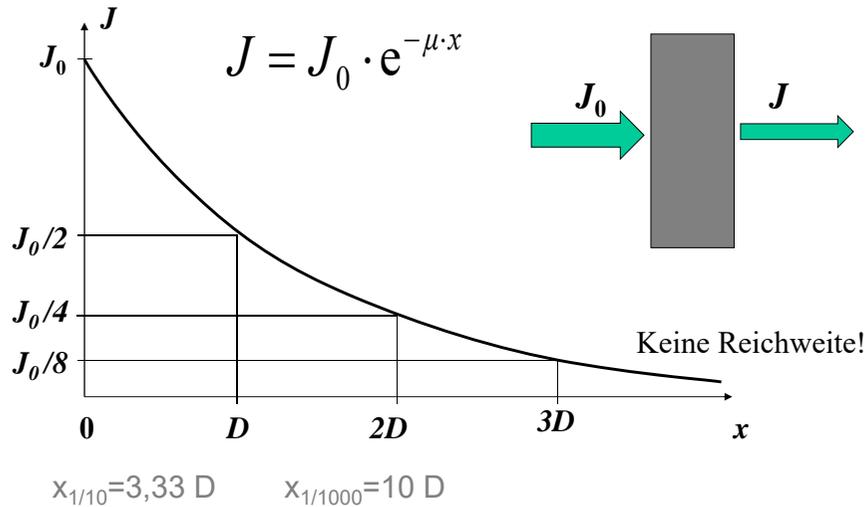
11

Elastische Streuung



12

Schwächung der γ - und Röntgenstrahlung



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

μ : (linearer) Schwächungskoeffizient

Maßeinheit: 1/m, 1/cm

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

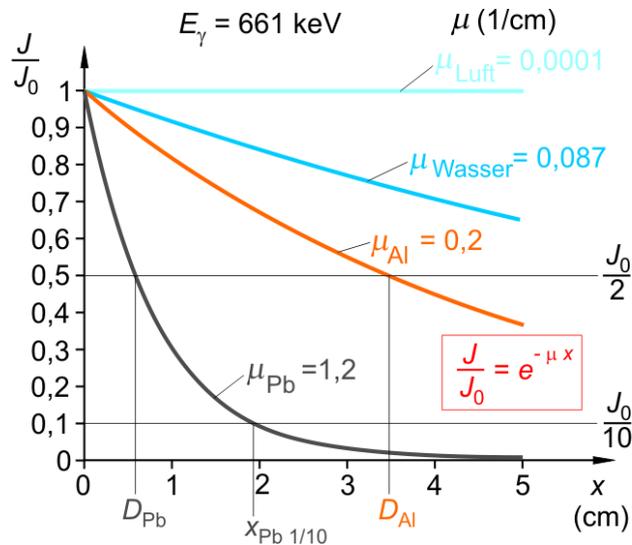
Die Intensität sinkt auf den e-ten Teil des Anfangswertes ($\approx 37\%$)

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

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

Maßeinheit: cm^2/g

Schwächung der γ - und Röntgenstrahlung

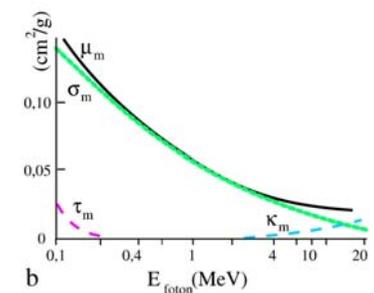
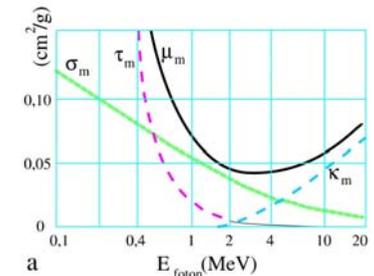


Massenschwächungskoeffizient:

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

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

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



Wechselwirkung der Neutronenstrahlung mit der Materie

1. Anstoß mit einem Proton



2. Aktivierung



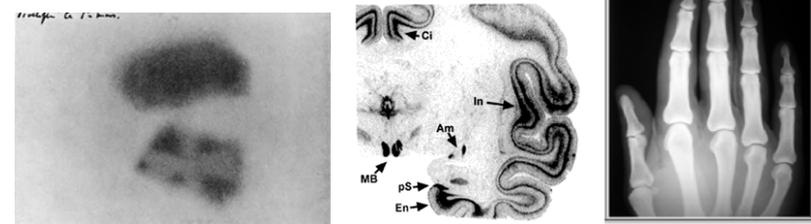
Radioaktives Isotop mit Neutronenübersuss

Detektierung der Röntgen- (und γ -)Strahlung

Szintillation



Photographie

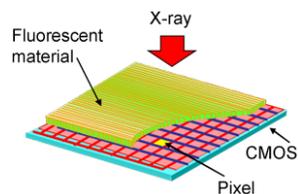


Detektierung der Röntgen- und γ -Strahlung

Gasionisation

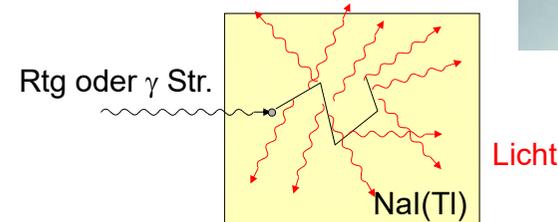


Halbleiter



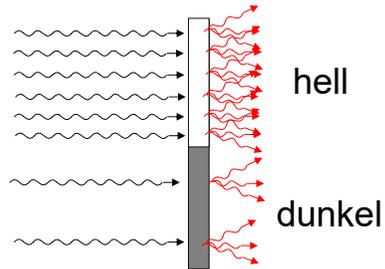
Szintillation

- Szintillationskristall (Szintillationszähler) (siehe Praktikum!)



Szintillation

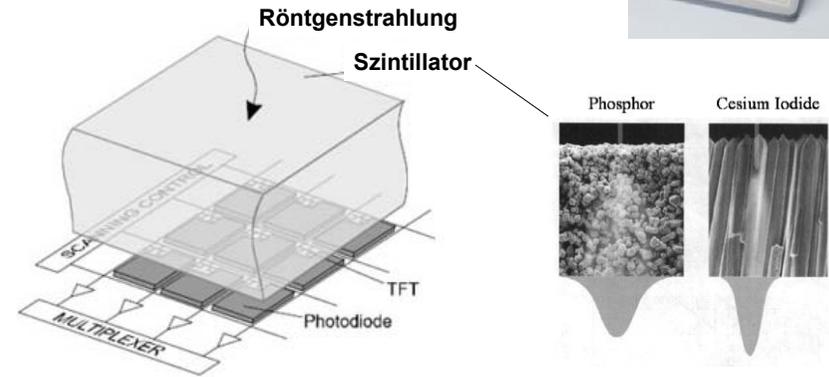
Szintillationsschirm
(Fluoroskopie)



Fluoroskopie: Heute nur mit Bildverstärker!

Szintillation

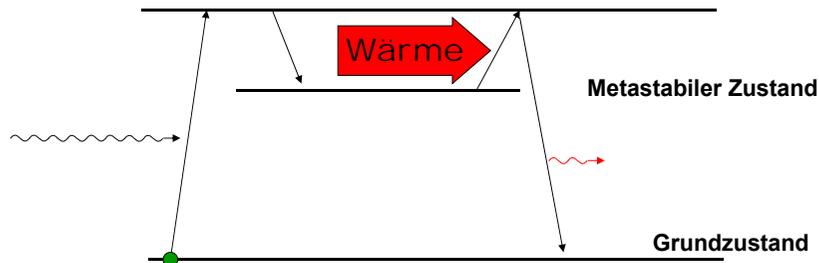
„Flat panel” Röntgendetektor
zur digitalen Röntgentechnik



Szintillation

Thermolumineszenz

Angeregter Zustand

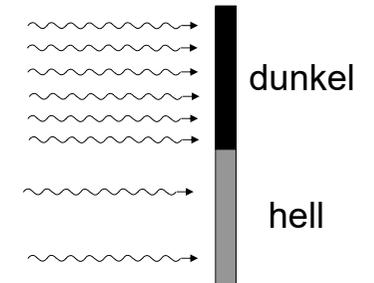
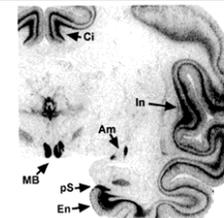


Anwendung: Dosimetrie

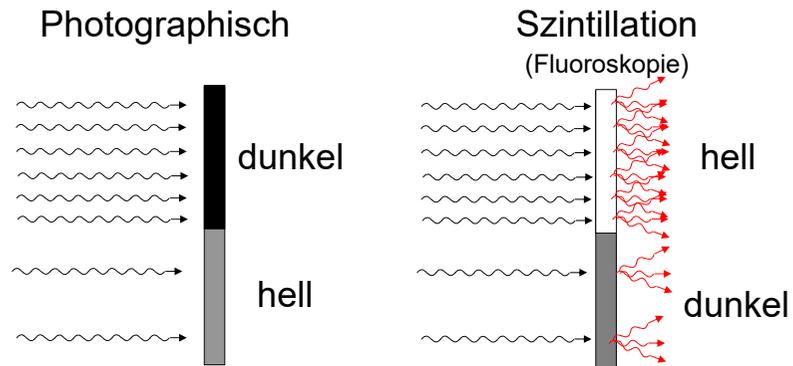


Photographie

Photochemischer Effect der Röntgenstrahlung:
des Röntgenfilmes.



Vergleich des photographischen und fluoroskopischen Bildes

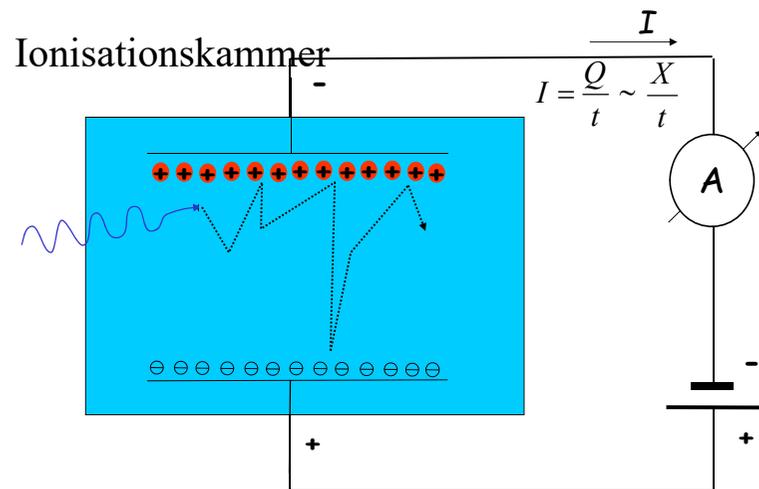


Fluoroskopie

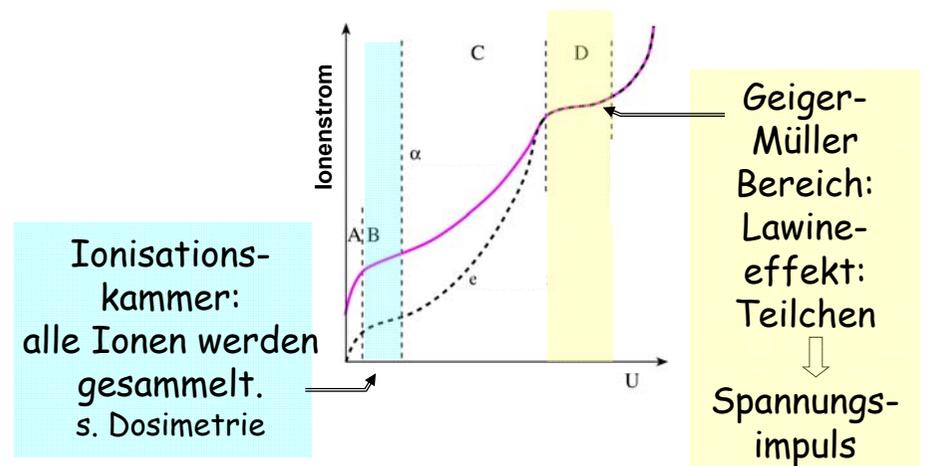


Filmaufnahme

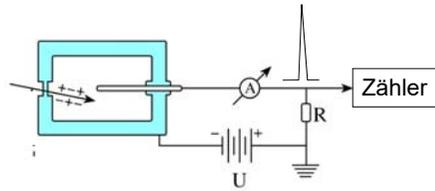
Gasionisationsdetektoren



Gasionisationsdetektoren



Geiger-Müller Zahlrohr



Lawineeffekt !

Nachteil:

kleine Empfindlichkeit für γ -Strahlung

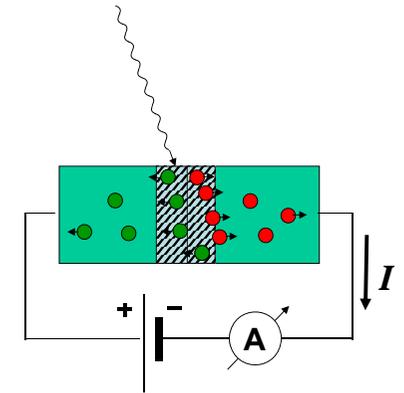
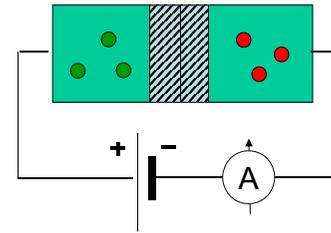
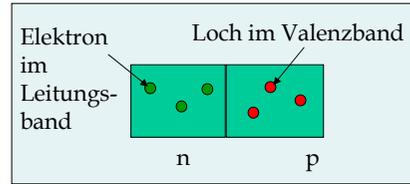
Nicht Energieselektive

Vorteil: einfache Aufbau

Anwendung: Dosimetrie

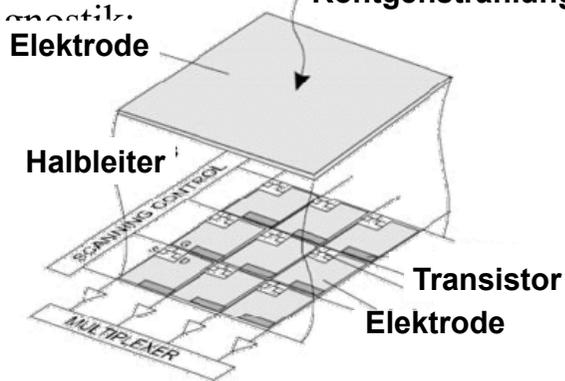
Halbleiter

Prinzip: Halbleiterdiode in Sperrichtung:

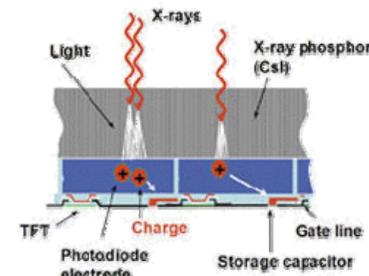


Halbleiter

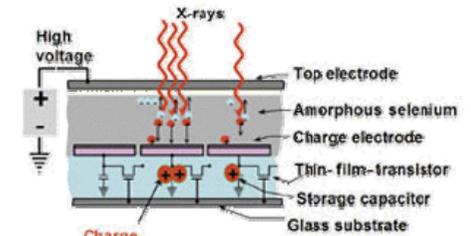
Anwendung der Halbleiterdetektoren in der Röntgenstrahlung



Vergleich von direkten und indirekten Halbleiterdetektoren



A. Indirect AMFPI: X-rays to light to charge



B. Direct AMFPI: X-rays to charge