

Drehimpuls des Photons $\vec{S}_{ph} = \hbar \cdot \frac{\vec{k}}{|\vec{k}|}$; Betrag \hbar .

Drehimpuls entspricht zirkulärer Polarisation. \Rightarrow Superposition mögl.

Masse des Photons: $\frac{h\nu}{c^2}$ Pound und Reber Energieverlust eines Röntgenquants im Gravitationsfeld der Erde $\Rightarrow \frac{\Delta\nu}{\nu} \approx 10^{-15}$

Messung durch Heißbauer-Effekt. (Nobelpreis 1961)

Welle-Teilchen-Dualismus: Teilcheneigenschaften Impuls, Masse, Energie über Welleneigenschaften definiert. $p = \frac{h\nu}{c}$ $m = \frac{h\nu}{c^2}$ $E = h\nu$

Intensität $\sim N$; E-Feld $E \sim \sqrt{N}$; $E = \sqrt{\frac{h\nu}{\epsilon_0} \cdot n}$; $n = \frac{N}{V}$

Zählen von Photonen als „Klick“ im Detektor.

Poissonstatistik:

$$W(N) = \frac{\bar{N}^N}{N!} e^{-\bar{N}} \rightarrow \frac{1}{\sqrt{2\pi \cdot \bar{N}}} e^{-\frac{(N-\bar{N})^2}{2\bar{N}}}$$

$$\frac{\Delta N}{N} \sim \frac{1}{\sqrt{N}}$$

Standardabw.: $\sigma = \sqrt{N}$ Relative Schwankung

Wahrscheinlichkeit, dass $N = \bar{N} \pm 3\sqrt{\bar{N}}$ gezählt wird ist 0,997.

CCD charge coupled device (Nobel 2009)

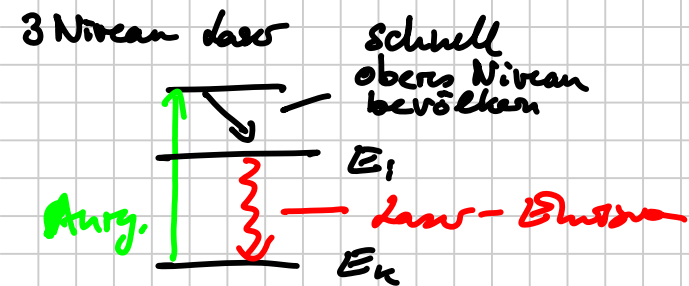
Multiwire-Detektor (Nobel 1992)

Noch moderner: Pixel Detektor (CMOS)

Röntgen: KLICK $\rightarrow 1000 e^-$

Optisch: klick $\rightarrow 1-2 e^- \Rightarrow$ kühlen!

Laser = aktives Medium + Energiepumpe + (Resonator)



Wichtig: 'Inversion' $N_i > N_k$

