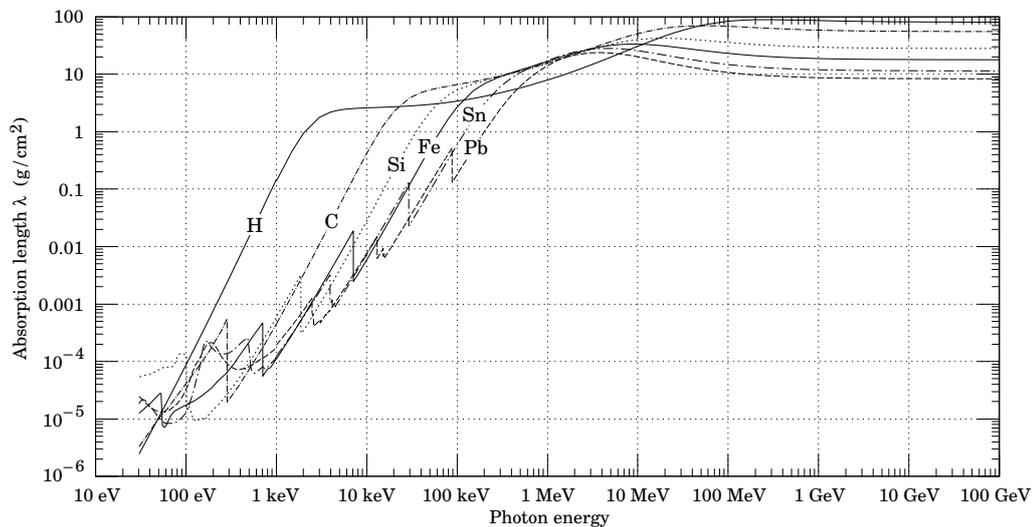


## Übungsblatt 3

### 3.1 Abschirmung von Röntgenstrahlung

- Ein Elektronensynchrotron kann eine gesundheitsschädliche Röntgenstrahlungsquelle sein. Wie dick muss eine Eisenabschirmung sein, um 100 keV Röntgenstrahlen um einen Faktor  $10^6$  abzuschwächen? Verwenden sie dazu das Bild unten (Figure 27.16 der Particle Data Group: <http://pdg.lbl.gov>). Was ist hier der dominierende Prozess?
- Argumentieren Sie in ein, zwei Sätzen, wieso ein Photon (mit ausreichender Energie) im Vakuum nicht in ein Elektron-Positron-Paar Zerfallen kann. (Hinweis: Begeben Sie sich dazu in das Schwerpunktsystem *nach* der Paarbildung.)



### 3.2 Čerenkovstrahlung I

- Ein Teilchen der Energie 5 GeV durchquert eine Wasserschicht. Die Emission von Čerenkovlicht wird bei einem Winkel von  $40^\circ \pm 0,2^\circ$  nachgewiesen. Wie groß sind  $\beta$  und sein Fehler? Wie groß ist die Masse und deren Fehler? Wieso ist der relative Fehler der Massenbestimmung so viel größer als der relative Fehler  $\beta$ 's?
- Ein Čerenkovradiator sei  $L = 10$  cm lang, und die Photonen werden mit einer Effizienz von 20 % im sichtbaren Wellenlängenbereich (400 - 700 nm) nachgewiesen. 20 Photonen sind nötig, um den Čerenkovwinkel mit einer bestimmten Genauigkeit zu messen. Welcher Brechungsindex des Materials ist nötig, um den Čerenkovwinkel von Pionen mit einer Energie von 10 GeV zu messen?

### 3.3 Čerenkovstrahlung II

Zur Untersuchung von B-Meson-Zerfällen wird das LHCb-Experiment am CERN zwei Čerenkovdetektoren verwenden um geladene Pionen von Kaonen zu unterscheiden. Als Materialien werden  $\text{CF}_4$  ( $n = 1.0005$ ) und Aerogel ( $n = 1.03$ ) verwendet.

- a) Berechnen Sie die entsprechenden Schwellenenergien für Pionen und Kaonen.
- b) Berechnen Sie die Čerenkovwinkel für Pionen und Kaonen bei  $p = 4 \text{ GeV}/c$  und  $p = 20 \text{ GeV}/c$  für beide Materialien.

### 3.4 Geiger–Müller–Zähler

Für ein sehr langlebiges radioaktives Präparat soll die Zerfallskonstante  $\lambda$  mit einem Geiger–Müller–Zähler gemessen werden. Dabei soll auch die sogenannte Totzeit berücksichtigt werden. Jedesmal wenn ein Teilchen das Zählrohr durchquert hat kann dieser für eine bestimmte Zeit keine weiteren Teilchen nachweisen. Diese Zeit nennt man Totzeit.

Das Präparat enthält  $n$  Atome, die Messzeit betrage  $t$ , die Totzeit des Zähler betrage  $t_0$ . Das Zählrohr hat eine Länge von 10 cm, einen Durchmesser von 5 cm und steht in einer Entfernung von 100 cm vom Präparat. Es werden  $N$  Zerfälle im Zählrohr nachgewiesen. Welches Ergebnis erhält man für  $\lambda$  wenn man die Totzeit vernachlässigt? Was, wenn man die Totzeit berücksichtigt? Berechnen Sie  $\lambda$  auf vier Stellen genau mit und ohne Berücksichtigung der Totzeit für:  $N = 10^6$ ,  $t = 1 \text{ h}$ ,  $n = 10^{22}$ ,  $t_0 = 10 \mu\text{s}$ . Vergleichen Sie den relativen Unterschied  $\frac{\lambda_{\text{mit}} - \lambda_{\text{ohne}}}{\lambda_{\text{mit}}}$  mit dem relativen statistischen Fehler von  $N$ .