

Marie-Curie-Tag am MCG



Station 3: Einheiten Curie, Becquerel und Sievert

Information:

Curie und Becquerel sind die Einheiten für die Radioaktivität, wobei die heute gebräuchliche Einheit das Becquerel ist mit $1 \text{ Bq} = 1 \text{ Zerfall pro Sekunde}$.

Die Einheit **Becquerel** erhielt ihre Bezeichnung zu Ehren des französischen Physikers Antoine Henri Becquerel (1852-1908):

Curie ist die alte Einheit; die zu Ehren der Nobelpreisträgerin Marie Curie benannt wurde und in der Medizin noch immer gebräuchlich ist.

$$1 \text{ Becquerel} = 3,7 \text{ Milliarden Curie} = 3,7 \cdot 10^7 \text{ Curie}$$

$$1 \text{ Curie} = \frac{8,1}{10^{10}} \text{ Becquerel} = 8,1 \cdot 10^{-10} \text{ Becquerel}.$$

Sievert (Sv) bzw. **Millisievert** (mSv) ist die Einheit, die für die Strahlendosis im Menschen (die sogenannte effektive Dosis) und die externe oder interne (d.h. nach Aufnahme über Atemluft, Trinkwasser oder Nahrung erfolgte) Bestrahlung verwendet wird.

Sowohl die TV-Geräte und Zeitungen geben Strahlung ab.

Strahlenquelle	Dosis in mSv (Millisievert) pro Stunde
Farbfernseher (Abstand 3 m)	0,000 000 1
Zeitung (Abstand 40 cm)	0,000 000 03

Aufgaben:

- Berechne, wie groß die jährliche Strahlenbelastung für einen extremen Fernsehkonsumenten ist, der 8 h (12 h) pro Tag vor dem Fernseher verbringt.
- Zeige, dass die jährliche Strahlenbelastung eines Zeitungsredakteurs, der 50 h Stunden pro Woche arbeitet, weniger als 1 Zehntausendstel der jährlichen mittleren Strahlenbelastung beträgt.

Marie-Curie-Tag am MCG



Station 4: Strahlenlastung beim Fliegen

Information:

Immer mehr Menschen benutzen - besonders bei Reisen in fernere Länder - das Flugzeug.

Geschäftsleute kommen heutzutage sehr schnell auf mehr als 200 Flugstunden, also rund 10 Tage pro Jahr. Der normale Urlauber kommt in der Regel nicht über 50 reine Flugstunden = 2 Tage pro Jahr. Piloten und das Kabinenpersonal dagegen befinden sich, je nach Arbeitsvertrag und Fluggesellschaft, pro Monat im Mittel ca. 80 Stunden = 3,5 Tage, im Jahr also rund 40 Tage in der Luft. Die Astronauten von Apollo 12 mit erfolgreicher Mondlandung hielten sich ca. 240 h im All auf.

Die Einheit, mit der man die Belastung durch Strahlen auf den menschlichen Körper angibt, heisst Millisievert (mSv).

Es sei erwähnt, dass die gesamte natürliche Strahlenbelastung (Weltraum, Sonne, ..), der die Menschen in unseren Breiten ausgeliefert sind, in Meereshöhe im Mittel pro Jahr 2,1 mSv beträgt.

In einer Höhe von 10.000 m beträgt die mittlere Strahlenbelastung aufgrund der kosmischen Strahlung pro Jahr ca. 44 mSv. In einer Höhe von 12.000 m (= Flughöhe) steigt sie auf etwa 52 mSv pro Jahr. In der Verordnung für das fliegende Personal ist ein Grenzwert der effektiven Dosis pro Kalenderjahr von 20 mSv festgelegt worden.

Bei Mondflügen oder Flügen zum Mars beträgt die Dosisleistung zwischen.

0,7 - 1,5 mSv pro Tag. Einzelnen, nicht-europäische Militämaschinen erreichen eine Flughöhe von 20 000 m, bei der die Strahlung auf etwa 100 mSv pro Jahr, d.h. 0,02 mSv pro Tag.

Aufgabe:

Berechne aufgrund dieser Angaben die jährliche Strahlenbelastung für die folgenden Personengruppen:

- normaler Urlauber
- Vielflieger
- fliegendes Personal
- Apollo-12- Astronauten, die zum Mond flogen
- Piloten von Militärmaschinen, die im Jahr auf 144 Flugstunden kommen.

Marie-Curie-Tag am MCG



Station 2: Maßeinheiten und Zehnerpotenzen

Information:

Auch bei den Maßeinheiten im Zusammenhang mit Strahlung und Radioaktivität wie Bequerel oder Curie treten große und kleine Werte auf. Dabei werden die Faktoren 1000 oder $\frac{1}{1000}$ als Zehnerpotenzen geschrieben (linker Kasten). Oft verwendet man jedoch anstelle der Faktoren für Teile oder Vielfache Abkürzungen in Groß bzw. Kleinbuchstaben, die vor die Maßeinheit gesetzt werden (Beispiel Kasten rechts bzw. Tabelle unten).

$$\frac{1}{10} = 10^{-1} \quad \frac{1}{100} = \frac{1}{10^2} = 10^{-2} \dots$$

10^{+3}	1 000	Tausendfach	Kilo	K
10^{-3}	0,001	Tausendstel	Milli	m

Multiplikationsfaktor			Vorsatz	Vorsatzzeichen
	0,000 000 000 001		Pico	p
	0,000 000 001		Nano	n
	0,000 001		Mikro	μ
10^{-3}	0,001	Tausendstel	Milli	m
10^{-2}			Hekta(o)	h
10^{-1}			Deci	d
10^1				
10^2				
10^{+3}	1 000	Tausendfach	Kilo	k
	1 000 000		Mega	M
	1 000 000 000		Giga	G
	1 000 000 000 000	Billionenfach	Tera	T

Aufgabe:

a) Fülle die grauen Felder der Tabelle aus!

b) Wieviel km sind 1 Gmm und wieviel cm sind 45 000 μm?

Marie-Curie-Tag am MCG



Station 1: Radiumsalz aus Unmengen von Rohstoffen?

Information:

"Ende 1897 hatte Marie Curie mit der Arbeit begonnen und zunächst durch Untersuchung aller damals bekannten chemischen Elemente nachgewiesen, dass auch Thorium in der gleichen Weise strahlt wie Uran. Bei der Analyse eines Uranminerals (der Pechblende), entdeckte sie dann, dass diese eine vierfach höhere Strahlungsintensität hatte als nach dem in ihr enthaltenen Urananteil zu erwarten war. Dies ließ nur einen Schluss zu: Die Pechblende musste ein bisher unbekanntes, stark strahlendes Element enthalten.

Wenige Wochen später unterbrach Pierre Curie seine eigenen Forschungen um Marie zu helfen. Beide wussten, dass die Erforschung der Radioaktivität wichtiger war. Im Sommer 1898 veröffentlichten sie ihren ersten Bericht über ihre Entdeckung: "Über eine neue, in der Pechblende enthaltene radioaktive Substanz". In Gedenken an ihr Vaterland schlug sie vor, die neue Substanz *Polonium* zu nennen. Weitere Untersuchungen ergaben, dass neben dem Polonium in der Pechblende noch ein zweites, noch viel stärker strahlendes Element vorhanden sein musste. In einer zweiten Veröffentlichung im Dezember 1898 gaben sie dieser Substanz den Namen *Radium*. Beide Elemente wurden bisher nur durch ihre Strahlungseigenschaften nachgewiesen. Marie war der Meinung, dass die Chemiker ein Recht darauf hätten, die neuen Substanzen wirklich einmal zu sehen. So machte sie sich daran, das Radium und Polonium aus der Pechblende zu isolieren. Pierre widmete sich in dieser Zeit weiter der Erforschung der physikalischen Eigenschaften.

Die Isolation war eine mühselige, auch körperlich anstrengende Arbeit. Bis zu 20 kg der Ausgangssubstanz mussten nicht nur gekocht und stundenlang gerührt, sondern auch immer wieder umgegossen und von einem Ort zum anderen geschleppt werden. Die riesigen Mengen Pechblende, die Marie für ihre Arbeit benötigte, bekam sie durch Vermittlung der Akademie der Wissenschaften in Wien kostenlos aus Böhmen, wo sie als Abfallprodukt der Glasindustrie in großen Mengen anfiel. Nur den Transport mussten die Curies selbst bezahlen. Anfänglich hatten sie damit gerechnet, dass die Pechblende etwa ein Prozent Radium enthalte. In Wirklichkeit war die Konzentration jedoch nur ein Millionstel Prozent (bei einem 1 kg Pechblende gewann sie 0,00001 g Radium) - und so brauchte sie vier Jahre, um ein Zehntel Gramm reines Radiumsalz zu gewinnen.

Aufgabe:

Wieviel kg Pechblende wurden benötigt, um ein Zehntel Gramm reines Radiumsalz zu erhalten?

1 kg Pechblende 0,00001 g Radium

10 kg Pechblende