

**Mechanik****Formelsammlung**

Masse  $m$  (Einheit: Kilogramm kg), Strecke  $s$  (Einheit: Meter m oder Kilometer km), Zeit  $t$  (Einheit: Sekunde oder Stunde h), Geschwindigkeit  $v$  (Einheit: m/s oder km/h), Beschleunigung  $a$  (Einheit: m/s<sup>2</sup> oder km/h<sup>2</sup>), Kraft  $F$  (Einheit: kg·m/s<sup>2</sup> = 1 Newton N), Arbeit  $W$  bzw. Energie  $E$  (Einheit: kg·m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> = 1 Joule J)

$v = s/t$ ,  $a = v/t$ ,  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ ,  $F = m \cdot a$ ,  $W = F \cdot s$ ,  $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ ,  $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$   
( $h$  = Höhe,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ )

**Aufgabe 1**

- Was ist Geschwindigkeit ( $v$ )?
- Was ist die zeitliche Änderung der Geschwindigkeit ( $v/t$ )?
- Was ist Kraft ( $F$ )?
- Was ist das Produkt aus Kraft ( $F$ ) und Weg ( $s$ ) bzw. was ist Kraft ( $F$ ) mal Weg ( $s$ )?
- Was ist kinetische Energie  $E_{\text{kin}}$  und was ist potentielle Energie  $E_{\text{pot}}$ ?
- Was wirkt zwischen zwei Massen
- Was passiert mit dem Bewegungszustand eines Körpers der Masse  $m$ , wenn 1. keine und 2. eine Kraft  $F$  auf ihn einwirkt? (Hinweis: Vergleiche im Fall 2. mit c)

**Aufgabe 2**

Ein Auto benötigt für die Strecke ( $s$ ) Wilhelmshaven – Bremen, welche rund 100 km lang ist, aufgrund von Staus auf der Strecke, etwa eine Zeit ( $t$ ) von rund zwei Stunde (2 h). Frage: Welche (durchschnittliche) Geschwindigkeit hat das Auto? Gesucht für der Wert für  $v$ .

**Aufgabe 3**

In Mondentfernung befindet sich ein Meteoroid, welcher sich mit rund  $v = 40 \text{ km/s}$  (40.000 m/s) auf die Erde zubewegt. Die Entfernung zwischen Erde und Mond beträgt rund  $s = 400.000 \text{ km}$ . Die Erdbahngeschwindigkeit werden wir bei dieser Aufgabe und Aufgabe 4 nicht berücksichtigen. Nach welcher Zeit  $t$  schlägt der Meteoroid auf der Erde ein? Gesucht wird der Wert für  $t$ .

**Aufgabe 4**

Welche kinetische Energie  $E_{\text{kin}}$  hat der Meteoroid aus Aufgabe 3 mit einer Masse von  $m = 7.000.000 \text{ kg}$  beim Einschlag auf die Erde? Anmerkung: Gesucht wird der Wert  $E_{\text{kin}}$ .

**Aufgabe 5**

Kraft ( $F$ ) ist Masse ( $m$ ) mal Beschleunigung ( $a$ ). Es gilt  $F = m \cdot a$ . Ein Auto mit einer Masse von  $m = 1000 \text{ kg}$  wird durch Krafteinwirkung mit  $a = 5 \text{ m/s}^2$  beschleunigt. Wie groß ist die einwirkende Kraft? Gesucht wird der Wert von  $F$ .

**Aufgabe 6**

Arbeit ( $W$ ) bzw. Energie ( $E$ ) ist das Produkt aus Kraft ( $F$ ) mal Weg ( $s$ ). Es gilt:  $W = F \cdot s$ . Ein Sack Zement hat eine Masse von  $m = 50 \text{ kg}$  und wird in einem Haus  $s = 20 \text{ m}$  nach oben getragen. Welche Arbeit ( $W$ ) wurde hierbei verrichtet? Für die Kraft ( $F$ ) gilt:  $F = m \cdot g$ . Diese muss zunächst berechnet werden, bevor die Formel  $W = F \cdot s$  angewendet wird. Gesucht wird der Wert für  $W$ .

# Elektrizität

## Formelsammlung:

Elektrische Spannung  $U$  (Einheit: Volt V), Elektrische Stromstärke  $I$  (Einheit: Ampere A), Elektrischer Widerstand  $R$  (Einheit: Ohm  $\Omega$ ), Elektrische Energie  $E_{el}$  (Einheit: Volt-Ampere-Sekunde VAs = 1 Joule J), Elektrische Leistung  $P_{el}$  (Einheit: Volt-Ampere VA = 1 Watt W)

$$U = R \cdot I, E_{el} = U \cdot I \cdot t, P_{el} = U \cdot I,$$

Reihenschaltung:  $U_{ges} = U_1 + U_2, I_{ges} = I_1 = I_2, R_{ges} = R_1 + R_2, U_1 = R_1 \cdot I_1, U_2 = R_2 \cdot I_2,$

Parallelschaltung:  $U_{ges} = U_1 = U_2, I_{ges} = I_1 + I_2, 1/R_{ges} = 1/R_1 + 1/R_2 \rightarrow R_{ges} = R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$

$$U_1 = R_1 \cdot I_1, U_2 = R_2 \cdot I_2,$$

## Aufgabe 1

- Was ist elektrischer Strom?
- Was ist das Produkt aus elektrischer Spannung  $U$ , elektrischer Stromstärke  $I$  und Zeit  $t$ ?
- Was ist elektrische Leistung?
- Was für eine Kraft wirkt zwischen zwei ungleichnamigen Ladungen (+,-)
- Wann tritt zwischen Ladungen eine elektrische Abstoßungskraft auf?
- Kann ohne Spannung ein elektrischer Strom fließen?
- Wenn ich die Spannung  $U$  erhöhe, was passiert mit dem elektrischen Strom?

## Aufgabe 2

Die elektrische Stromstärke  $I$  beträgt  $I = 16$  A und der elektrische Widerstand  $R = 10$   $\Omega$ . Wie groß ist die elektrische Spannung  $U$ ? Gesucht wird der Wert für  $U$ .

## Aufgabe 3

Die elektrische Energie  $E_{el}$  hat den Wert  $E_{el} = 500$  VAs. Hierbei floss  $t = 5$  s lang ein Strom von  $I = 10$  A. Wie groß ist die elektrische Spannung  $U$ ? Gesucht wird der Wert für  $U$ .

## Aufgabe 4

Wie groß ist die elektrische Leistung  $P_{el}$  bei einer Spannung  $U$  von  $U = 220$  V und einer Stromstärke  $I$  von  $I = 20$  A? Gesucht wird der Wert für  $P_{el}$ .

## Aufgabe 5

In einer Reihenschaltung beträgt die Stromstärke  $I = 20$  A. Die Widerstände haben die Werte  $R_1 = 10$   $\Omega$  und  $R_2 = 5$   $\Omega$ . Wie groß sind  $U_1$  und  $U_2$  sowie  $U_{ges}$  und  $R_{ges}$ ?

## Aufgabe 6

Die Gesamtspannung  $U_{ges}$  in einer Parallelschaltung beträgt  $U_{ges} = 200$  V. Die Widerstände haben die Werte  $R_1 = 20$   $\Omega$  und  $R_2 = 40$   $\Omega$ . Wie groß sind die Werte für  $I_1$ ,  $I_2$  sowie  $I_{ges}$  und  $R_{ges}$ ?

# Elektrodynamik

## Aufgabe 1

1. Was sind die Quellen des elektrischen Feldes?
2. Zeichne die elektrischen Feldlinien zwischen einer positiven und einer negativen Ladung!
3. Was für eine Kraft wirkt zwischen gleichnamigen und ungleichnamigen Ladungen?
4. Was passiert, wenn ein Stabmagnet mit einem Nord- und einem Südpol in der Mitte durchtrennt wird?
5. Was für eine Kraft wirkt zwischen magnetischen Polen (gleichnamig / ungleichnamig)?
6. Haben magnetische Feldlinien Quellen oder sind magnetische Feldlinien in sich geschlossen und haben keine Quellen?
7. Was bewirkt ein zeitlich sich änderndes elektrisches Feld (Maxwell Gleichung)?
8. Was bewirkt ein zeitlich sich änderndes magnetisches Feld (Maxwell Gleichung)?
9. Was ist elektromagnetische Strahlung (Aufbau) und nenne zwei Beispiele für diese?
10. Bewegt sich Licht im Vakuum oder im Wasser schneller fort?

## Aufgabe 2

Das Magnetfeld in einer geraden, langen Spule der Länge  $L$  mit  $N$  Windungen hat ein magnetisches Feld, welches sich aus dem von  $N$  Kreisströmen (in jeder Spule ist im Prinzip ein Kreisstrom) zusammensetzt, die sich aufgrund des gleichgerichteten Stromflusses überlagern. Die magnetische Feldstärke bzw. Flussdichte  $B$  (Einheit: Tesla T) ist im Innern der Spule homogen und hat die Größe:  $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot I \cdot N/L$ .  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Am/Vs} \approx 0,0000126 \text{ Vs/Am}$  und  $\mu_r = 1$ . Wie groß ist die magnetische Flussdichte  $B$  bei einer Spulenlänge von  $L = 0,5 \text{ m}$  und  $N = 50$  Windungen? Die Stromstärke beträgt  $I = 10 \text{ A}$ .

## Aufgabe 3

An der Primärspule liegt eine Wechselspannung von  $U_1 = 360 \text{ V}$  an. Die Stromstärke beträgt  $I_1 = 24 \text{ A}$ . An der Sekundärspule liegt eine Spannung von  $U_2 = 120 \text{ V}$  an. Es gilt  $U_1/U_2 = N_1/N_2$  und für den Strom  $I_1/I_2 = N_2/N_1$ . Wie muss das Verhältnis  $N_1/N_2$  sein und wie hoch ist  $I_2$ ? Es gilt auch  $U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$

## Aufgabe 4

Elektromagnetische Strahlung bewegt sich im Vakuum mit  $c = 299.792.458 \text{ m/s}$  fort. Hierbei handelt es sich um eine elektromagnetische Welle mit der Wellenlänge  $\lambda$  und der Frequenz  $f$ . Es gilt:  $c = \lambda \cdot f$ . Wie groß ist die Frequenz  $f$  bei einer Wellenlänge von  $\lambda = 0,42 \text{ m}$ ?

## Aufgabe 5

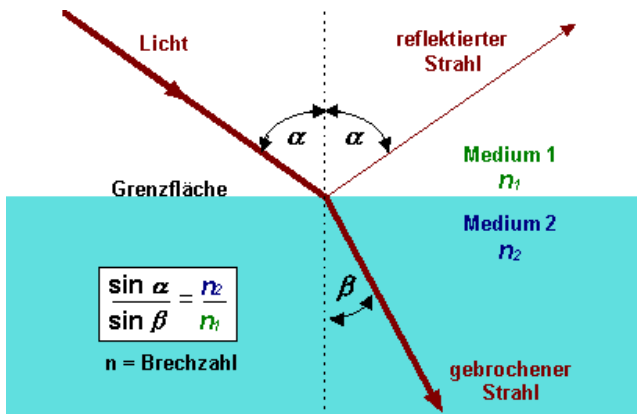
Wie groß ist die Energie  $E$  der Strahlung mit der Frequenz  $f$  aus Aufgabe 4, wenn  $E = h \cdot f$  gilt? Hierbei ist  $h$  das Planck'sche Wirkungsquantum mit dem Wert  $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

### Aufgabe 6

Für die Lichtbrechung gilt:  $c_0/c = n$ . Hierbei  $c_0$  ist die Vakuumlichtgeschwindigkeit mit dem Wert  $c_0 = 299.792.458$  m/s.  $n$  ist der Brechungsindex. Für Wasser liegt der Brechungsindex bei  $n = 1,332$ . Wie hoch ist die Geschwindigkeit  $c$  des Lichts im Wasser? Gesucht wird der Wert für  $c$ .

### Aufgabe 7

Für die Brechung eines Lichtstrahls gilt auch folgende Beziehung:  $\sin(\alpha)/\sin(\beta) = n_2/n_1 = n$ .



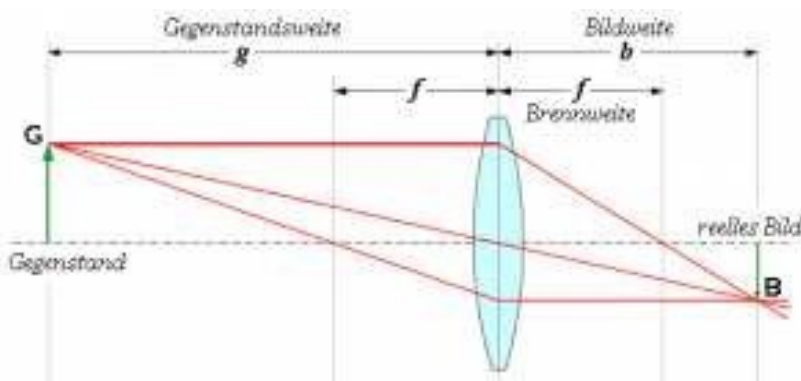
Wie groß ist der Winkel  $\beta$  des Lichtstrahls, wenn er gegenüber dem Lot mit einem Winkel von  $\alpha = 45^\circ$  in einen Diamanten ( $n = 2,42$ ) eintaucht?

### Aufgabe 8

Wie groß ist der Brechungsindex  $n$ , wenn ein Strahl mit dem Winkel  $\alpha = 45^\circ$  gegenüber dem Lot in das optisch dichtere Medium eintaucht und dort einen Winkel von  $\beta = 32^\circ$  gegenüber dem Lot aufweist? Vergleiche den Wert für  $n$  mit dem aus Aufgabe 7!

### Aufgabe 9

Für die Größen  $b$  (Bildweite),  $g$  (Gegenstandsweite) und  $f$  (Brennweite) gilt folgende Beziehung:  $f = b \cdot g / (b + g)$ .



Wie groß ist die Brennweite  $f$ , wenn die Bildweite  $b = 20$  cm und die Gegenstandsweite  $g = 60$  cm beträgt?

# Thermodynamik

## Aufgabe 1

1. Was ist Wärme?
2. Was verändert sich bei einer Temperaturänderung?
3. Wie verhalten sich die Temperatur  $T$  und das Volumen  $V$  in einem isobaren System zueinander?
4. Wie verhalten sich der Druck  $p$  und die Temperatur  $T$  bei einem isochoren System zueinander?
5. Wie verhalten sich der Druck  $p$  und das Volumen  $V$  in einem isothermen System zueinander?
6. Nennen alle vier Aggregatzustände und bezeichne die Übergänge!
7. Was ist Entropie?
8. Was sagt der erste Hauptsatz der Thermodynamik aus?
9. Was sagt der zweite Hauptsatz der Thermodynamik aus?
10. Was sagt der dritte Hauptsatz der Thermodynamik aus?

## Aufgabe 2

Welche Wärmeenergie  $Q$  ist erforderlich, um  $m = 5$  kg Wasser von  $\vartheta_1 = 25^\circ\text{C}$  auf  $\vartheta_2 = 100^\circ\text{C}$  zu erhöhen? Die spezifische Wärmekapazität des Wassers beträgt  $c = 4,19$  kJ/kg·K.

Es gilt:  $\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T$  bzw.  $\Delta Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$  bzw.  $\Delta Q = m \cdot c \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$

**Des Weiteren gilt:  $T = \vartheta + 273$  und  $\vartheta = T - 273$ .**

## Aufgabe 3

Welche Masse  $m$  an Ethanol wurde erhitzt, wenn bei der Zufuhr der Wärmeenergie von  $\Delta Q = 70$  kJ eine Erwärmung von  $\Delta T = 16$  K festgestellt wurde? Die spezifische Wärmekapazität beträgt  $c = 2,43$  kJ/kg·K. Formel aus Aufgabe 2!

## Aufgabe 4

Welches Volumen  $V$  nimmt  $n = 1$  mol Stickstoff bei einer Temperatur von  $\vartheta = 0^\circ\text{C}$  und einem Druck von  $p = 1013$  hPa =  $10.130$  N/m<sup>2</sup> ein?  $R = 8,31$  J/k·mol.

Es gilt:  $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ . Achtung:  **$\vartheta$  in  $T$  umrechnen!**

## Aufgabe 5

Eine Eisenbahnbrücke ist  $l_0 = 40$  m lang. Wie groß ist die maximal auftretende Längendifferenz  $\Delta l$ , wenn sie aus Eisen besteht, und die Temperaturen zwischen  $T_2 = +50^\circ\text{C}$  und  $T_1 = -30^\circ\text{C}$  schwanken können. Der Längenausdehnungskoeffizient von Eisen beträgt  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C} = 12 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ .

**Für die Lösung gilt:  $\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta T$  mit  $\Delta T = T_2 - T_1$**

# Atomphysik

## Aufgabe 1

1. Skizziere kurz den grundsätzlichen Aufbau eines Atoms mit allen seinen Bestandteilen (drei Teilchen, wie sind diese geladen und wo sitzen diese)!
2. Was sind jeweils Gegenstand der Atomphysik und der Kernphysik?
3. Beschreibe das Atommodell von Niels Bohr (Bohrsches Atommodell)!

## Aufgabe 2

1. Woraus ergibt sich die Struktur des Periodensystems?
2. Was verbindet die Elemente in einer Hauptgruppe?
3. Was verbindet die Elemente in einer Periode?
4. Was ist eine Ionenbindung?
5. Was ist eine Atombindung?

## Aufgabe 3

Wie verbinden sich:

1. Kalium (K) und Brom (Br)?
2. Magnesium (Mg) und Chlor (Cl)?
3. Aluminium (Al) und Sauerstoff (O)?
4. Natrium (Na) und Sauerstoff (O)?
5. Bor (B) und Fluor (F)?

## Aufgabe 4

Für die Energiezustände im Wasserstoffatom gilt:  $f = R \cdot (1/n^2 - 1/m^2)$ .

$f$  ist hierbei die Frequenz (Einheit: Hertz Hz oder 1/s) der ausgesendeten Strahlung, wenn ein Elektron von einer höheren Schale (einen höheren Energiezustand) in eine niedrigere Schale (niedrigere Energiezustand) springt.

Für die Energie (Einheit: Joule J) gilt:  $E = h \cdot f$ , wobei  $h$  die Planck-Konstante mit  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  Js ist.

Für die Wellenlänge  $\lambda$  (Einheit: Meter m) der Strahlung gilt  $c = \lambda \cdot f$ , wobei  $c$  die Lichtgeschwindigkeit mit dem Wert  $c = 299.792.458$  m/s ist

Die Konstante  $R$  hat den Wert  $R = 3,29 \cdot 10^{15}$  1/s bzw. Hz.

Für  $n$  wird der Wert für die niedrigere Schale, z.B.  $n = 2$  eingesetzt. Für  $m$  der Wert für die höhere Schale, z.B.  $n = 4$ .

Berechne die Frequenz  $f$ , die Energie  $E$  und die Wellenlänge  $\lambda$  der ausgesendeten Strahlung für die Übergänge von  $n = 3$  zu  $n = 1$  und von  $n = 3$  zu  $n = 2$ !

# Kernphysik

## Aufgabe 1 (Atomkern)

1. Wie ist der Atomkern aufgebaut?
2. Wie groß ist der Atomkern?
3. Welche Dichte hat der Atomkern?
4. Wie viel Prozent der Atommasse sind im Atomkern vereint?
5. Welche von den vier Wechselwirkungen sind im Atomkern vorherrschend und was bewirken diese im Atomkern?
6. Was ist die Kernladungszahl?
7. Was ist die Massenzahl?
8. Was sind Nuklide?
9. Was sind Isotope?
10. Was ist Bindungsenergie und was ist der Massendefekt?
11. Welche Ruhemassen haben das Proton und das Neutron?

## Aufgabe 2 (Kernfusion)

1. Beschreibe den grundsätzlichen Vorgang bei einer Kernfusion!
2. Beschreibe die Kernfusion in der Sonne mit Reaktionsgleichung und in Worten!
3. Beschreibe die Ausgangs (Edukte)- und die Endmasse (Produkte). Bestimme die Massendifferenz und wie viel Prozent dieser Masse in Energie umgesetzt wurde.
4. In der Sonne werden pro Sekunde 4 Millionen Tonnen Masse pro Sekunde in Energie umgewandelt. Berechne mit der Gleichung  $E = m \cdot c^2$  (Achtung: Masse in kg umrechnen), wie viel Energie dabei in Joule J pro Sekunde freigesetzt wird!
5. Wie soll die Kernfusion technisch ausgebeutet werden? Beschreibe die Reaktion und die Schwierigkeiten, auch im Vergleich zur Energiegewinnung durch Kernspaltung!
6. Bei der technischen Kernfusion soll eine Energie von 17,6 Megaelektronenvolt (MeV) pro Reaktion frei werden. Wie viel Energie ist das in Joule J, wenn  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  ist.
7. Wie stark sind Kernfusionswaffen?

## Aufgabe 3 (Kernspaltung)

1. Beschreibe den grundsätzlichen Vorgang bei einer Kernspaltung!
2. Was ist eine Kettenreaktion?
3. Was ist eine kontrollierte und eine unkontrollierte Kernspaltung?
4. Welche Elemente setzen Energie durch Kernfusion und welche Elemente setzen Energie durch Kernspaltung frei? Bei welchen chemischen Element liegt der Übergang bzw. die Grenze zwischen beiden Möglichkeiten und warum?
5. Beschreibe die Spaltung von Uran-235 mit Reaktionsgleichung und mit Worten!
6. Beschreibe die Funktionsweise eines Kernreaktors und seine wesentlichen Bestandteile!
7. Warum ist die Energiegewinnung durch Kernspaltung wesentlich einfacher zu realisieren als durch Kernfusion? Warum wird bei der Kernspaltung Energie frei?

#### **Aufgabe 4 (Radioaktivität: Alpha-Strahlung)**

1. Was ist Alpha-Strahlung bzw. woraus besteht Alpha-Strahlung?
2. Was passiert beim sogenannten Alpha-Zerfall?
3. Stelle den Alpha-Zerfall am Element Radium-226  ${}_{88}\text{Ra}^{226}$  dar!
4. Stelle den Alpha-Zerfall am Element Samarium-146  ${}_{62}\text{Sm}^{146}$  dar!
5. Wie lässt sich Alpha-Strahlung abschirmen?
6. Wo kann die Wirkung von Alpha-Strahlung fatal werden?

#### **Aufgabe 5 (Radioaktivität: Beta-Strahlung)**

1. Was ist Beta-Strahlung bzw. woraus besteht besteht Beta-Strahlung (zwei Arten!)?
2. Was passiert beim sogenannten Beta-Zerfall? Achtung: Es gibt zwei Arten von Beta-Zerfall: Beta Plus und Beta Minus. Bitte darauf achten und beides beschreiben!
3. Beschreibe den Beta-Minus-Zerfall an Tritium  ${}_{1}\text{H}^3$ !
4. Beschreibe den Beta-Minus-Zerfall an Kohlenstoff-14  ${}_{6}\text{C}^{14}$ !
5. Beschreibe den Beta-Plus-Zerfall an Kalium-40  ${}_{19}\text{K}^{40}$ !
6. Beschreibe den Beta-Plus-Zerfall an Phosphor P-30  ${}_{15}\text{P}^{30}$ !
7. Was entscheidet im Atomkern darüber, ob ein Beta-Plus-Zerfall oder ein Beta-Minus-Zerfall stattfindet?
8. Wie lässt sich Beta-Strahlung abschirmen und wie gefährlich ist sie, auch im Vergleich zur Alpha-Strahlung?

#### **Aufgabe 6 (Radioaktivität: Gamma-Strahlung)**

1. Was ist Gamma-Strahlung und was unterscheidet sie von Alpha- und Beta-Strahlung)?
2. Warum sendet ein Atomkern Gamma-Strahlung aus?
3. Kommt es bei der Gamma-Strahlung zu einer Kernumwandlung wie bei der Alpha- und Beta-Strahlung?
4. Wie lässt sich Gamma-Strahlung abschirmen und wie gefährlich ist sie?
5. Vergleiche Gamma-Strahlung und Röntgen-Strahlung!

#### **Aufgabe 7 (Messgrößen der Radioaktivität)**

1. Was beschreibt die Aktivität der radioaktiven Strahlung und welche Einheit hat sie?
2. Was beschreibt die Energiedosis der radioaktiven Strahlung und welche Einheit hat sie?
3. Was beschreibt die Äquivalenzdosis der radioaktiven Strahlung und welche Einheit hat sie?
4. Wie wirkt die radioaktive Strahlung auf den menschlichen Körper in Abhängigkeit von der zugeführten Äquivalenzdosis?

#### **Aufgabe 8 (Halbwertszeit)**

1. Was beschreibt im Falle des radioaktiven Zerfalls die Halbwertszeit?
2. Wie viel Kilogramm Uran-235 sind von ursprünglich 10 kg und 100 Uranatomen nach zwei und nach drei Halbwertszeiten übrig?