

Thema: Radioaktivität, nur Aufgaben

Lernziele resp. Fragengebiete:

- Ab [Radio-01](#) : Anzahl Protonen, Neutronen, Isotope
- Ab [Radio-10](#) : Durchmesser, Dichte
- Ab [Radio-20](#) : Zerfall
- Ab [Radio-30](#) : Halbwertszeiten
- Ab [Radio-40](#) : Altersbestimmung
- Ab [Radio-50](#) : Einstein

Aufgabe: Radio-01

Anzahl p, n, e⁻

Bestimme die Anzahl der Protonen, Neutronen und Elektronen folgender Atomkerne

Anzahl ...	Protonen	Neutronen	Elektronen
${}^3_1\text{H}$			
${}^5_2\text{He}$			
${}^{13}\text{C}$			
${}^{234}\text{U}$			
${}^{13}\text{C}^{2+}$			
${}^{34}\text{S}^{2-}$			
${}^4\text{He}^{2+}$			
${}^{17}\text{O}$			
${}^{200}\text{Au}^+$			
${}^{78}\text{Br}^-$			

Aufgabe: Radio-02

Isotop - Prozentrechnen

Natürlicher Kohlenstoff besteht zu 98.94% aus ${}^{12}\text{C}$, der Rest bestehe aus ${}^{13}\text{C}$ ($m=13.003355$ u).

- Berechne aus diesen Werten die zu erwartende durchschnittliche Kohlenstoffmasse.
- Was kann aus dem tatsächlichen Wert von 12.0107 (Wert aus dem PSE) rückgeschlossen werden?
- Berechne die zu erwartende durchschnittliche Kohlenstoffmasse mit der Idee, dass die Massen von $m({}^{12}\text{C})=12\text{u}$ und $m({}^{13}\text{C})=13\text{u}$ betragen.

Hinweis: Die Masse eines C-12 beträgt exakt (Definition) 12 u

Aufgabe: Radio-03

Isotop - Prozentrechnen

Das Element Chlor besteht aus zwei Isotopen: ${}^{35}\text{Cl}$ resp. ${}^{37}\text{Cl}$. $m({}^{35}\text{Cl}) = 34.969$ u, Häufigkeit = 75.77%, $m({}^{37}\text{Cl}) = 36.966$ u. Berechne daraus die durchschnittliche Masse und interpretiere das Resultat.

Aufgabe: Radio-04

Isotop - Prozentrechnen

Brom tritt in der Natur als Gemisch der beiden stabilen Isotope ${}^{79}\text{Br}$ sowie ${}^{81}\text{Br}$ auf. Häufigkeiten: ${}^{79}\text{Br}$ zu 50.65%, $m = 78.918338$ u. Berechne aus der durchschnittlichen Molmasse des Broms nun die Häufigkeit sowie die Masse des ${}^{81}\text{Br}$ in u sowie g/mol.

Hinweis: Die Molmasse des Broms beträgt (PSE) 79.904 u resp. 79.904 g/mol

Aufgabe: Radio-05

Isotop - Prozentrechnen

Ein Element besteht aus einem Gemisch aus drei Isotopen, wobei die beiden leichteren Isotope die gleiche Häufigkeiten haben. Die Molmassen der drei Isotope sei ebenfalls bekannt. Berechne daraus die allgemeine Formel der durchschnittlichen Molmasse des Elementes.

Aufgabe: Radio-07

Isotop - Silicium

Was ist den drei Siliciumisotopen ${}^{28}\text{Si}$, ${}^{29}\text{Si}$, ${}^{30}\text{Si}$ gemeinsam, was ist verschieden?

Aufgabe: Radio-08

Isotop - Prozentrechnen

In welchen prozentualen Anteilen liegen ^{28}Si und ^{29}Si vor, wenn der Massenanteil in Prozent von ^{30}Si 3.1 % beträgt?

Hinweis: $m(^{28}\text{Si}) = 27.9769 \text{ u}$, $m(^{29}\text{Si}) = 28.9765 \text{ u}$, $m(^{30}\text{Si}) = 29.9738 \text{ u}$

Aufgabe: Radio-09

Bei der Reaktion von Brom mit Wasserstoff entsteht Bromwasserstoffgas (HBr). Folgende Isotope beteiligen sich an der Reaktion: ^1H , ^2H , ^{79}Br sowie ^{81}Br .

- Wie lautet die ausgeglichene Reaktionsgleichung?
- Wie viele verschiedene HBr-Moleküle mit unterschiedlicher Masse werden dabei gebildet?
- Welche Isotopenkombination wäre das leichteste HBr, welches das schwerste HBr-Molekül? Angabe inklusive Molmasse

Annahmen für die Molmassen: sie berechnet sich mit der Vereinfachung, dass $m(\text{Proton}) = m(\text{Neutron})$. Somit gilt folgendes: $M(^1\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$, $M(^2\text{H}) = 2 \text{ g/mol}$, $M(^{79}\text{Br}) = 79 \text{ g/mol}$ sowie $M(^{81}\text{Br}) = 81 \text{ g/mol}$.

Aufgabe: Radio-10

Kerndurchmesser

Schätze den Durchmesser der folgenden Kerne ab:

- ^3H
- ^{40}K
- ^{235}U

Hinweis: Der Radius berechnet sich mit $r = 1.2 \cdot 10^{-15} \cdot A^{(1/3)}$ (Resultat in Meter, wobei A die Nukleonenzahl ist)

Aufgabe: Radio-11

Graph zeichnen

Zeichne den Graph folgender Funktion $r = 1.2 \cdot 10^{-15} \cdot A^{(1/3)}$ (Resultat in Meter)

Hinweis: Wolfram-Alpha: $y = 2 \cdot 1.2 \cdot 10^{-15} \cdot x^{(1/3)}$, x from 1 to 300

Aufgabe: Radio-12

Dichte Nukleus

Berechne die Dichte eines Heliumkernes (^4He)

Hinweis: Annahmen:

- der Heliumkern beansprucht ein kugelförmiges Volumen
- Masse Proton = Masse Neutron = 1 u

Aufgabe: Radio-20 α, β^-, β^+

Definiere allgemein die folgenden Zerfälle. Benutze folgendes Schema:

$A \rightarrow B + C$, wobei bei allen Teilchen die Ordnungszahl sowie die Nukleonenzahl angegeben werden soll.

- Alphazerfall
- Beta-Minus-Zerfall
- Beta-Plus-Zerfall

Hinweis: Alphazerfall: es entsteht ein alpha-Teilchen (He), Beta-Zerfall: es entsteht ein Elektron (Beta-Minus: negativ geladenes Elektron, Beta-Plus: positiv geladenes Elektron)

Aufgabe: Radio-21 α, β^-, β^+

Ergänze folgende Tabelle, indem in die Zellenhalte das entsprechende Element nach dem Zerfall geschrieben wird. Eine Zeile ist schon gegeben, ergänze die restlichen Zellenhalte entsprechend.

Achtung: es ist gut möglich, dass die aufzuschreibenden Zerfälle in der Realität gar nicht stattfinden, hier geht es 'nur' um die Anwendung der theoretischen Zerfälle.

Zerfall:	Alpha-Zerfall	Beta-Minus-Zerfall	Beta-Plus-Zerfall
^{13}C	$^9\text{Be}_4$	$^{13}\text{N}_7$	$^{13}\text{B}_5$
^{17}O			

^{240}U			
^{232}Th			
^{200}Au			
^{214}Pb			

Aufgabe: Radio-22

Alpha-Zerfall

Das Element x (Nukleonenzahl 214) zerfällt nach einem Alpha-Zerfall in drei identische Kerne y (Ordnungszahl 26). Ergänze y durch die Ordnungszahl sowie Nukleonenzahl und schreibe die komplette Zerfallsreaktion auf.

Aufgabe: Radio-23

Was tun?

Es sei gegeben jeweils ein (purer) Alphastrahler, Betastrahler sowie Gammastrahler. Auf einen soll man sich setzen, den anderen essen und vom Dritten darf man sich soweit wie möglich entfernen. Was soll man tun?

Aufgabe: Radio-30

Halbwertszeiten

Die Halbwertszeit ('HWZ') eines Isotopes betrage 10 Jahre. Nach wie vielen Jahren (ausgedrückt in 'Ganz-Vielfachen der HWZ') ist von der ursprünglich vorhanden Anzahl Atome noch folgende Menge erhalten

- a) die Hälfte
- b) ein Viertel
- c) ein 128stel
- d) ca. 1 Prozent
- e) ca. 1 Promille
- f) ca. ein Millionstel

Hinweis: Erste Frage überhaupt: wie viele Halbwertszeiten sind vergangen?

Aufgabe: Radio-31

Fiktive Annahme: Vor 10 Milliarden Jahren hätten 10 Milliarden kg ^{244}Pu existiert, dessen HWZ $8.3 \cdot 10^7$ Jahre betrage. Wie viele Atomkerne sind heute von den ursprünglichen ^{244}Pu noch vorhanden?

Aufgabe: Radio-40

Wie alt ist eine Probe, die eine 8-mal tiefere ^{14}C -Konzentration enthält als ein noch lebender Organismus (HWZ(^{14}C)= 5730 Jahre)

Aufgabe: Radio-41

Wie viele ^{14}C Atome enthält 1 g Kohlenstoff, der 5730 Jahre alt ist. Hinweis: eine aktuelle ('von heute') Probe habe ein Verhältnis von $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ von $1.2 \cdot 10^{-12}$.

Hinweis: Die (benötigte) Molmasse von ^{12}C beträgt 12.00000000000 g/mol.

Aufgabe: Radio-42

Was für ein Zeitbereich ist mit der ^{14}C -Methode zugänglich. Folgende Annahme: die Messgrenze sei ca. 1000 mal kleiner als die Konzentration an ^{14}C , welche in lebenden Organismen nachgewiesen werden kann.

Aufgabe: Radio-43

Im lebenden Organismus misst man ca. 16 Zerfälle pro Sekunde pro Gramm Kohlenstoff. In einem alten Holzstück, welches 5 g Kohlenstoff enthält, misst man 44 Zerfälle pro Sekunde. Wie alt ist das Holzstück.
Annahme: linearer Zerfall zwischen zwei Halbwertszeiten, $T_{1/2}(\text{C})$ betrage 5730 Jahre.

Aufgabe: Radio-44

In einem frischen Baumwollgewebe werden 0.27 Bq gemessen.
a) Im Turingrabortuch werden 0.25 Bq gemessen. Wie alt ist das Tuch somit?
b) In einem anderen Gewebe werden 0.1 Bq gemessen. Wie alt ist dieses Gewebe?
Es gilt die Annahme, dass zwischen zwei Halbwertszeiten ein linearer Zerfall stattfindet.

Aufgabe: Radio-50

Unsere Sonne hat eine Leistung von $3.82 \cdot 10^{26}$ W. Wie gross ist somit der Massenverlust pro Sekunde?

Hinweis: $[W] = [J/s] = [kg \cdot m^2/s^2]$

Aufgabe: Radio-51

Es werde ein Gramm ${}^{235}_{92}\text{U}$ vollständig gespalten.

a) Berechne die freiwerdende Energie pro Gramm. Pro gespaltenem Kern wird jeweils eine Energie von 200 MeV frei.

Hinweis: $1\text{eV} = 1.602 \cdot 10^{-19}$ J

b) Wie hoch könnte man mit dieser Energie ein Auto ($m = 1000$ kg) hochheben?

Aufgabe: Radio-52

Es werde ein Gramm ${}^{235}_{92}\text{U}$ vollständig gespalten. Pro Gramm werde ca. $8.21 \cdot 10^{10}$ J Energie frei. Die Schweiz benötigte in den letzten 5 Jahren durchschnittlich rund 810'000 Terajoule Energie pro Jahr. Angenommen, diese Energie möchte man ausschliesslich mit der Spaltung von ${}^{235}_{92}\text{U}$ gewinnen. Wie gross wäre eine 'Urankugel'?

Für die Berechnung werden weitere Daten benötigt:

- 1 Terajoule = 10^{12} Joule, Gesamthaft: $8.1 \cdot 10^{17}$ J
- andere Quellen sprechen von $2.04 \cdot 10^{17}$ J
- Energie pro Gramm, siehe Aufgabe Radio-26: $8.21 \cdot 10^{10}$ J
- Dichte Uran 19.1 g/cm³