

Anwendungsaufgaben - Künstliche Kernumwandlungen

- 1 Bei Spaltung von U-235 mit einem Neutron entstehen Iod-131, ein weiteres Element und drei Neutronen. Gib die Kernumwandlungsgleichung an.
- 2 Die in der Nuklearmedizin für diagnostische und therapeutische Zwecke verwendeten Radionuklide werden durch künstliche Kernumwandlungen hergestellt. Ergänze jeweils die Kernumwandlungsgleichung. In Klammern sind Hinweise zur Herstellung angegeben.
 - a) ${}^{68}_{32}\text{Ge} + {}^0_{-1}\text{e} \rightarrow \dots$ (Elektroneneinfang in einem Nuklidgenerator)
 - b) $\dots + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^{18}_9\text{F} + {}^1_0\text{n}$ (Beschuss mit geladenen Teilchen in einem Zyklotron)
 - c) ${}^{35}_{17}\text{Cl} + {}^1_0\text{n} \rightarrow \dots + {}^4_2\alpha$ (Neutronenbeschuss in einem Kernreaktor)
- 3 Die erste künstliche Kernumwandlung gelang Ernest Rutherford 1919. Er beschoss Stickstoff-14 mit α -Teilchen. Dabei entstehen ein anderes Isotop und ein Proton. Gib die Kernumwandlungsgleichung an.
- 4.0 Das für bildnerstellende nuklearmedizinische Untersuchungen (Szintigrafie) wichtigste Radionuklid ist Technetium-99m. In einem Kernreaktor wird aus Molybdän-98 durch Neutronenbeschuss Molybdän-99 erzeugt. Molybdän-99 zerfällt dann unter Aussendung von β -Strahlung in Technetium-99m.
 - 4.1 Gib die beiden Zerfallsgleichungen an.
 - 4.2 Molybdän-99 hat eine für den Transport über große Entfernungen günstige Halbwertszeit von 67 Stunden. Es wird in Bleibehältern in die Kliniken transportiert, wo es sich in das metastabile Technetium-99m umwandelt. Berechne, wie viel Prozent der ursprünglich vorhandenen Molybdänisotope Mo-99 nach einer Transportzeit von 24 Stunden noch vorhanden sind.
- 5 Aus dem Quecksilberisotop Hg-196 kann man durch Bestrahlung mit Neutronen Gold herstellen. Das Verfahren ist jedoch sehr zeit- und kostenaufwendig. Dabei entsteht aus dem Isotop Hg-196 durch Aufnahme eines Neutrons das radioaktive Isotop Hg-197. Dieses wandelt sich dann durch Elektroneneinfang (Aufnahme eines Elektrons aus der Atomhülle) in Gold um. Gib die beiden Kernumwandlungsgleichungen an.
- 6.0 Bei der Spaltung von einem Kilogramm Uran-235 tritt ein Massenverlust von 0,82 g auf.
 - 6.1 Wie viel Energie wird bei der Spaltung von einem Kilogramm Uran-235 freigesetzt?
 - 6.2 Wie viel Liter Heizöl müsste man verbrennen, um die gleiche Energie zu erhalten, wie bei der Spaltung von 1 kg Uran-235 freigesetzt wird?

Tabellenwerte für Heizöl: spezifischer Heizwert $H = 42 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$; Dichte $\rho = 0,95 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

- 7.0 Bei der Fusion von Deuterium und Tritium wird Energie freigesetzt.

$${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$$
 - 7.1 Berechne die Massendifferenz zwischen den Ausgangsteilchen und den Endteilchen.
 - 7.2 Berechne die bei dieser Kernfusion freigesetzte Energie.
 - 7.3 Wie viel Energie kann man durch Fusion aus einem Kilogramm eines Deuterium-Tritium-Gemischs, in dem beide Isotope zu gleichen Teilen vorkommen, gewinnen?

Teilchen	Masse
${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
${}^3_1\text{H}$	$5,0091 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
${}^1_0\text{n}$	$1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$