

Atomphysik 4

Klasse 9 + 10 / G8

Kernspaltung, Kernfusion, Kernenergie

1. Wer entdeckte erstmals daß sich Atomkerne spalten lassen, und in welchem Jahr wurde die Kernspaltung nachgewiesen ? Um welche Substanzen handelte es sich dabei ?
2. Beschreibe kurz die Kettenreaktion bei einer Kernspaltung.
Unter welchen Bedingungen kann es bei einer Kernspaltung von Uran-235 zur Kettenreaktion kommen ?
3. Warum eignet sich die Kernspaltung zur Energiegewinnung ?
4. Was versteht man unter dem Begriff „thermische Neutronen“ ?
5. Was versteht man unter „Bindungsenergie“ bei Atomkernen ?
6. Begründe ausführlich, daß die Masse eines Atomkerns stets geringer ist als die Summe der Massen seiner Nukleonen. Wie nennt man diese „fehlende Masse“ ?
7. Welcher Zusammenhang besteht zwischen Bindungsenergie und Massendefekt des Atomkerns ?
8. Was versteht man unter der atomaren Masseneinheit u ?
9. Welcher Energie entspricht 1 u ?
10. Ein Heliumkern aus zwei Neutronen und zwei Protonen hat die Masse $m_{\text{He}} = 6,6447 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. Die Masse eines Protons beträgt $m_{\text{p}} = 1,67262 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, die Masse eines Neutrons ist $m_{\text{n}} = 1,67493 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.
Berechne die Bindungsenergie des Heliumkerns.
11. Berechne die mittlere Bindungsenergie je Nukleon für das Eisen-Isotop ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ ($m = 55,934937 \text{ u}$); $m_{\text{p}} = 1,007276 \text{ u}$; $m_{\text{n}} = 1,008665 \text{ u}$; $u = 1,660539 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
12. In einem Forschungsreaktor wurde durch Neutronenbeschuß aus dem (in der Natur vorkommenden) Element Thorium ${}^{232}_{90}\text{Th}$ das radioaktive Uran ${}^{233}_{92}\text{U}$ gewonnen.
Vervollständige die Umwandlungskette:

$${}^{232}_{90}\text{Th} + \begin{matrix} \square \\ \square \end{matrix} \text{n} \rightarrow \begin{matrix} \square \\ \square \end{matrix} \square \rightarrow \begin{matrix} \square \\ \square \end{matrix} \text{e} + \begin{matrix} \square \\ \square \end{matrix} \text{Pa} \rightarrow \begin{matrix} \square \\ \square \end{matrix} \text{e} + \begin{matrix} \square \\ \square \end{matrix} \text{U}$$
13. Beschreibe folgenden Kernumwandlungsprozeß mit Worten:

$${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{236}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3 \cdot {}^1_0\text{n} + 210 \text{ MeV}$$

Atomphysik 4

Klasse 9 + 10 / G8

14. Durch Beschuss eines Uran-235-Kerns mit Neutronen absorbiert der Kern das Neutron und es entsteht für einen Sekundenbruchteil Uran-236 das in verschiedene Trümmerkerne zerfallen kann. Neben den Trümmerkernen werden zwei oder drei Neutronen frei. Die Massenzahlen der Trümmerkerne und der frei gewordenen Neutronen betragen stets 236.

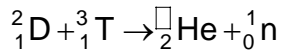
Stelle jeweils die vollständige Reaktionsgleichung auf für:

- a) ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{92}^{236}\text{U} \rightarrow {}_{60}^{\square}\text{Nd} + {}_{86}^{\square}\text{Ge}$ und drei Neutronen
- b) ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{92}^{236}\text{U} \rightarrow {}_{\square}^{133}\text{Sb} + {}_{41}^{\square}\text{Nb}$ und zwei Neutronen
- c) Selen-85 (Kernladungszahl 34) + Cer und drei Neutronen
15. Ernest Rutherford gelang beim Beschuß von Stickstoffkernen ${}_{7}^{14}\text{N}$ mit α -Teilchen die erste künstliche Kernumwandlung. Dabei verwandelte sich der Stickstoffkern unter Aussendung eines Protons in ein Isotop des Sauerstoffs.
Wie lautet die vollständige Reaktionsgleichung ?
16. Beschießt man einen Urankern ${}_{92}^{235}\text{U}$ mit langsamen Neutronen so zerfällt der Kern. Eines dieser möglichen Zerfallsprodukte sind ${}_{52}^{135}\text{Te}$ und ${}_{40}^{98}\text{Zr}$.
Wie viele Neutronen werden bei diesem Zerfall freigesetzt ?
17. Bei der Spaltung eines Uran-235 Kerns wird die Energie 210 MeV freigesetzt. Im Reaktor eines Atomkraftwerks können davon jedoch nur 90% genutzt werden.
- a) Wie viel Urankerne müssen gespalten werden, um 1 J Wärme zu erzeugen ?
- b) Wie viel Gramm Uran-235 müssten gespalten werden, um 1 kg Wasser von 10 °C auf 90 °C zu erwärmen ?
Masse eines Atomkerns: $m_{\text{Kern}} = 3,9 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$
- c) Der Jahresverbrauch an elektrischer Energie der Stadt München wird mit $E_{\text{el}} = 10^{10} \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^{16} \text{ Ws}$ angenommen.
Wie viele Urankerne müssten gespalten werden, wenn der gesamte Verbrauch vollständig durch Kernenergie gedeckt werden soll ?
Der Wirkungsgrad von Stromerzeugung und -Verteilung liegt bei ca. 25%.
18. a) Wie läßt sich in einem Atomreaktor eine Kettenreaktion steuern ?
- b) Wozu dient der sogenannte Moderator im Kernkraftwerk ?
Nenne Materialien die zu diesem Zweck verwendet werden.

Atomphysik 4

Klasse 9 + 10 / G8

19. Vervollständige die Reaktionsgleichung des folgenden Fusionsprozesses.



Berechne die frei werdende Energie.

Masse des Heliumkerns: $m_{\text{He}} = 4,0026036 \text{ u}$

Masse des Deuteriumkerns: $m_{\text{D}} = 2,0141022 \text{ u}$

Masse des Tritiumkerns: $m_{\text{T}} = 3,0160494 \text{ u}$

20. a) Erläutere die C-14 Methode zur Altersbestimmung von organischem Material.
 b) Wie alt könnte eine Knochenprobe sein, bei der sich nur noch ein Achtel des gewöhnlichen C-14 Gehaltes gegenüber einer neuen Probe feststellen läßt ?
21. Im Kern unserer Sonne fusionieren pro Sekunde etwa 564 Millionen Tonnen Wasserstoff zu 560 Millionen Tonnen Helium. Der Verlust an Masse wird in Energie umgewandelt.
 a) Begründe den Massenverlust.
 b) Berechne die pro Sekunde frei werdende Energiemenge.
 Wo bleibt diese Energie ?
 c) Die Sonnenmasse beträgt ca. $2,0 \cdot 10^{30} \text{ kg}$. Man kann annehmen, daß sie seit 4,5 Milliarden Jahren mit unverminderter Intensität strahlt.
 Welchen Anteil ihrer Masse hat sie in dieser Zeit verloren ?
22. Wo werden Personendosimeter (Dosimeterplaketten) eingesetzt und welchem Zweck dienen sie ?
23. Wie hat denn Albert Einstein entdeckt, daß sich Masse in Energie verwandeln kann ?
 Hier gleich die Lösung:

