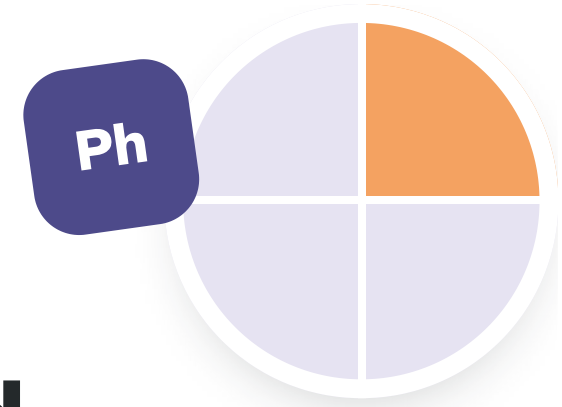
DYS+ Campus



Übungsheft · Physik · Klasse 13

Kernspaltung und Kernfusion: Energie aus dem Kern

Erklärungen, 25 Aufgaben in drei Stufen und alle Lösungen, viele mit Begründung.

Name _____ **Datum** _____

Das lernst du

- Ich rechne mit $E = m \cdot c^2$, u und MeV.
- Ich berechne Massendefekt und Bindungsenergie.
- Ich erkläre Spaltung, Kettenreaktion und Fusion.
- Ich stelle Positionen zur Kernenergie und Endlagerung nebeneinander.

So arbeitest du mit dem Heft

●○○ **Basis** zum Einstieg

●●○ **Standard** zum Üben

●●● **Plus** zum Weiterdenken

Du musst nicht alles machen. Fang bei Basis an. Die Lösungen stehen hinten im Heft.

Noch unsicher?

Scanne den Code. Dort wird das Thema Schritt für Schritt erklärt.

dysplus.de/lernen/gymnasium/klasse-13/physik/kernspaltung-und-kernfusion/masse-und-energie

Kurz erklärt

Wichtige Werte

Größe	Wert
1 u	931,5 MeV
1 MeV	$1{,}602 \cdot 10^{-13}$ J
E_B	$\Delta m \cdot 931{,}5$ MeV/u

Bindungsenergie je Nukleon

1. Gegeben: $\Delta m = 0{,}030376$ u für ^{4}He.
2. $E_B = 0{,}030376 \cdot 931{,}5$ MeV $= 28{,}3$ MeV.
3. $E_B : A = 28{,}3 : 4 = 7{,}07$ MeV.

Merksatz: $E = m \cdot c^2$. Maximum der Kurve bei $A \approx 56$. $k < 1$ klingt ab, $k = 1$ kritisch, $k > 1$ wächst.

Typischer Fehler: Bindungsenergie je Nukleon und gesamte Bindungsenergie nicht verwechseln. Bei Differenzen mit A multiplizieren.

Tipp: Bei Bewertungsaufgaben erst Kriterien aufschreiben, dann gewichten. Zahlen immer mit Quelle und Jahr nennen.

●○○ Basis

Begriffe und Umrechnen

1 Ergänze.

a) 1 u entspricht _____ MeV.

b) Der Massendefekt ist der Unterschied zwischen der Summe der _____ und der Kernmasse.

c) Das Maximum der Bindungsenergie je Nukleon liegt bei A ≈ _____.

d) Bei der Spaltung von ^{235}U werden etwa _____ MeV frei.

2 Entscheide.

a) Bei k = 1 ist die Reaktion _____. ☐ **unterkritisch** ☐ **kritisch**

b) Der Moderator _____ die Neutronen. ☐ **bremst** ☐ **fängt ein**

c) Fusion setzt Energie frei bei _____ Kernen. ☐ **leichten** ☐ **sehr schweren**

d) Spaltung setzt Energie frei bei _____ Kernen. ☐ **sehr leichten** ☐ **schweren**

3 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Fusionsanlagen liefern heute dauerhaft Strom ins Netz.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

b) Ein Kern ist leichter als die Summe seiner Nukleonen.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

c) Die Halbwertszeit sagt, wann ein Stoff ungefährlich ist.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

d) Das Endlager soll für einen Zeitraum von einer Million Jahren bewertet werden.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

●●○ Standard

Rechnen und Auswerten

4 Deuteron. Δm = 0,002388 u.

a) E_B = 0,002388 · 931,5 = _____ MeV (auf 0,1 gerundet)

b) E_B je Nukleon = _____ MeV (auf 0,1 gerundet)

5 Spaltung.

a) n + ^{235}U → ^{94}Sr + ^{140}Xe + x n: x = _____

b) 200 MeV in 10^{-11} J: _____

c) Nach 100 Generationen mit k = 1,01 ist N = _____ (auf 0,1)

6 Fusion.

a) ^{2}H + ^{3}H → ^{4}He + n: 28,3 − (2,22 + 8,48) = _____ MeV

b) Neutron 14,1 MeV, Heliumkern: _____ MeV

7 Rechne mit Rechenweg.

a) Wie viel Energie entspricht 2,0 g Masse (c = 3,0 · 10^{8} m/s)?

b) Berechne Δm und E_B für ^{4}He. Gegeben: m_p = 1,007276 u, m_n = 1,008665 u, m_He = 4,001506 u.

c) Wie viel Energie liefert 1 g Uran-235 bei vollständiger Spaltung (2,56 · 10^{21} Kerne, 3,2 · 10^{-11} J je Kern)?

●●● Plus

Vor allem für den Leistungskurs: Bewerten

8 **Rechne und begründe.**

a) Spaltung: ^{235}U (7,6 MeV je Nukleon) → Kerne mit 8,5 MeV je Nukleon. Wie viel Energie wird frei?

b) Nenne zwei Kriterien, nach denen man die Kernenergie bewerten kann, und je ein Argument dafür und dagegen.

c) Nenne zwei Eigenschaften des Standortauswahlverfahrens für ein Endlager.

Kannst du das schon?

Kreuze an, wie sicher du dich fühlst. Hier gibt es kein Richtig oder Falsch.

Ich kann …	sicher	fast	noch nicht
Ich rechne mit $E = m \cdot c^2$, u und MeV.	☐	☐	☐
Ich berechne Massendefekt und Bindungsenergie.	☐	☐	☐
Ich erkläre Spaltung, Kettenreaktion und Fusion.	☐	☐	☐
Ich stelle Positionen zur Kernenergie und Endlagerung nebeneinander.	☐	☐	☐

Tipp: Bei „noch nicht“ schau dir „Kurz erklärt“ vorne im Heft noch einmal an oder scanne den Code auf dem Deckblatt. Dann probierst du die Aufgaben noch einmal.

Lösungen

Erst selbst lösen, dann vergleichen. Bei vielen Aufgaben steht die Begründung dabei.

●○○ Basis: Begriffe und Umrechnen

1 Ergänze.

a) **1 u entspricht 931,5 MeV.**

b) **Der Massendefekt ist der Unterschied zwischen der Summe der Nukleonenmassen und der Kernmasse.**

c) **Das Maximum der Bindungsenergie je Nukleon liegt bei A ≈ 56.**

d) **Bei der Spaltung von ^{235}U werden etwa 200 MeV frei.**

2 Entscheide.

a) **kritisch**

→ Die Neutronenzahl bleibt konstant.

b) **bremst**

→ Das Einfangen übernehmen die Steuerstäbe.

c) **leichten**

→ Dort steigt die Kurve.

d) **schweren**

→ Dort fällt die Kurve.

3 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) **Stimmt nicht. Richtig: Bisher gibt es nur Forschungsanlagen.**

b) **Stimmt.**

c) **Stimmt nicht. Richtig: Die Halbwertszeit sagt nur, wann die Aktivität halbiert ist.**

d) **Stimmt.**

●●○ Standard: Rechnen und Auswerten

4 Deuteron. Δm = 0,002388 u.

a) **E_B = 0,002388 · 931,5 = 2,2 MeV (auf 0,1 gerundet)**

b) **E_B je Nukleon = 1,1 MeV (auf 0,1 gerundet)**

5 Spaltung.

a) **$n + {}^{235}U \rightarrow {}^{94}Sr + {}^{140}Xe + x\ n$: $x = 2$**

b) **200 MeV in 10^{-11} J: 3,2**

c) **Nach 100 Generationen mit $k = 1{,}01$ ist $N = 2{,}7$ (auf 0,1)**

6 Fusion.

a) **${}^{2}H + {}^{3}H \rightarrow {}^{4}He + n$: $28{,}3 - (2{,}22 + 8{,}48) = 17{,}6$ MeV**

b) **Neutron 14,1 MeV, Heliumkern: 3,5 MeV**

7 Rechne mit Rechenweg.

a) **$1{,}8 \cdot 10^{14}$ J**

→ $m = 2{,}0 \cdot 10^{-3}$ kg.

→ $E = 2{,}0 \cdot 10^{-3} \cdot 9{,}0 \cdot 10^{16}$ J $= 1{,}8 \cdot 10^{14}$ J.

b) **$\Delta m = 0{,}030376$ u, $E_B = 28{,}3$ MeV**

→ Summe: $2 \cdot 1{,}007276 + 2 \cdot 1{,}008665 = 4{,}031882$ u.

→ $\Delta m = 0{,}030376$ u. $E_B = 0{,}030376 \cdot 931{,}5 = 28{,}3$ MeV.

c) **$8{,}2 \cdot 10^{10}$ J**

→ $N \cdot E = 2{,}56 \cdot 10^{21} \cdot 3{,}2 \cdot 10^{-11}$ J.

●●● Plus: Vor allem für den Leistungskurs: Bewerten

8 Rechne und begründe.

a) **etwa 210 MeV**

→ $235 \cdot (8{,}5 - 7{,}6) = 211{,}5$ MeV.

b) **zum Beispiel Klima: geringe Lebenszyklus-Emissionen / Bau und Brennstoffkette verursachen auch Emissionen; Abfall: kleine Mengen / sehr lange Lagerung nötig**

→ Nutze die Tabelle der Kriterien.

c) **zum Beispiel: Bewertungszeitraum eine Million Jahre; transparent und beteiligungsorientiert; Wirtsgesteine Salz, Ton, Kristallin**

→ Lies die Beschreibung des Verfahrens.