

Kernreaktionen – Übungsaufgaben

Aufgabe:

1. Die Neutronen eines Neutronensterns sind entstanden aus Elektronen und Protonen. Wie lautet die Reaktionsgleichung?
2. Richte eine Gleichung ein, die die Reaktion eines Protons mit einem Antiproton beschreibt. Es gibt mehrere Möglichkeiten.

Lösung:

$$1. p + e \rightarrow n + \nu$$

$$2. p + \bar{p} \rightarrow e + \bar{e}$$

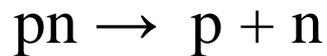
$$p + \bar{p} \rightarrow 2e + 2\bar{e}$$

$$p + \bar{p} \rightarrow n + \bar{n}$$

Aufgabe:

3. In welche Richtung läuft die Reaktion: $n \leftrightarrow p + e + \bar{\nu}$?

4. Prüfe, ob Deuterium auf eine der folgenden Arten zerfallen kann:



Lösung:

3. nach rechts: das Neutron zerfällt

4. Deuterium zerfällt auf keine der drei vorgeschlagenen Arten:

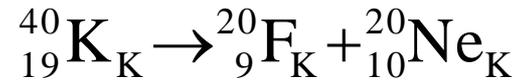
	pn	→	p + n
$-E_T$	-0,36		0
ΔE	-0,36 pJ		

	pn	→	2p + e + $\bar{\nu}$
Ruhenergie Teilchen	n 150,525		p 150,320 e 0,082
$-E_T$	-0,36		0
Summe	150,165		150,402
ΔE	-0,237 pJ		

	pn	→	2n + \bar{e} + ν
Ruhenergie Teilchen	p 150,320		n 150,525 \bar{e} 0,082
$-E_T$	-0,36		0
Summe	149,96		150,607
ΔE	-0,647 pJ		

Aufgabe:

5. Das Kaliumisotop ${}^{40}_{19}\text{K}$ ist instabil. Nach welchen der folgenden Reaktionen kann es zerfallen?



Lösung:

5. Das Kaliumisotop kann auf die dritte und vierte Art zerfallen:

	$p_{19}n_{21}$	$\rightarrow p_9n_{11} + p_{10}n_{10}$
$-E_{\text{T}}$	- 54,72	- 24,74 - 25,74
Summe	- 54,72	- 50,48
ΔE	- 4,24 pJ	

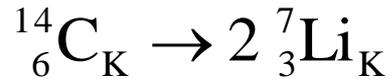
	$p_{19}n_{21}$	$\rightarrow p_{20}n_{20} + e + \bar{\nu}$
Ruhenergie Teilchen	n 150,525	p 150,320 e 0,082
$-E_{\text{T}}$	- 54,72	- 54,80
Summe	95,805	95,602
ΔE	0,203 pJ	

	$p_{19}n_{21}$	$\rightarrow p_2n_2 + p_{17}n_{19}$
$-E_{\text{T}}$	- 54,72	- 4,53 - 49,15
Summe	- 54,72	- 53,68
ΔE	- 1,04 pJ	

	$p_{19}n_{21}$	$\rightarrow p_{18}n_{22} + \bar{e} + \nu$
Ruhenergie Teilchen	p 150,320	n 150,525 \bar{e} 0,082
$-E_{\text{T}}$	- 54,72	- 55,08
Summe	95,6	95,527
ΔE	0,073 pJ	

Aufgabe:

6. Prüfe, welche der beiden Reaktionen ablaufen kann:



Lösung:

6. Keine der Reaktionen läuft ab:

	p_6n_8	\rightarrow	$p_2n_4 + p_4n_4$
$-E_T$	-16,87		-4,69 - 9,05
Summe	-16,87		-13,74
ΔE			-3,13 pJ

	p_6n_8	\rightarrow	$2p_3n_4$
$-E_T$	-16,87		-2 · 6,29
Summe	-16,87		-12,58
ΔE			-4,29 pJ

Aufgabe:

7. In der Sonne reagieren vier Protonen zu einem ${}^4_2\text{He}$ -Kern. Welche Teilchen entstehen dabei außerdem? Stelle die Energiebilanz der Reaktion auf.

Lösung:

7. Außer dem Heliumkern entstehen zwei Antielektronen und zwei Neutrinos :

		$4p$	\rightarrow	$p_2n_2 + 2\bar{e} + 2\nu$
Ruhenergie	p	$2 \cdot 150,320$	n	$2 \cdot 150,525$
Teilchen			\bar{e}	$2 \cdot 0,082$
$-E_T$		0		$-4,53$
Summe		300,64		296,684
ΔE				3,956 pJ

Aufgabe:

8. Welches der drei Teilchen e , \bar{e} und ${}^4_2\text{He}_K$ entsteht beim Zerfall von a) ${}^{61}_{29}\text{Cu}$ b) ${}^{66}_{29}\text{Cu}$ c) ${}^{228}_{90}\text{Th}$

Lösung:

8. a) Es entsteht ein Antielektron:

		${}_{29}\text{n}_{32}$		\rightarrow		${}_{30}\text{n}_{31} + e + \bar{\nu}$	
Ruhenergie Teilchen	n	150,525	p	150,320		e	0,082
$-E_T$		-85,18		-84,15			
Summe		65,345		66,252			
ΔE				-0,907 pJ			

		${}_{29}\text{n}_{32}$		\rightarrow		${}_{28}\text{n}_{33} + \bar{e} + \nu$	
Ruhenergie Teilchen	p	150,320	n	150,525		\bar{e}	0,082
$-E_T$		-85,18		-85,66			
Summe		65,345		64,947			
ΔE				0,398 pJ			

		${}_{29}\text{n}_{32}$		\rightarrow		${}_{27}\text{n}_{30} + {}_2\text{n}_2$	
$-E_T$		-85,18		-79,83	-4,53		
Summe		-85,18		-84,36			
ΔE				-0,82 pJ			

b) Es entsteht ein Elektron:

		${}_{29}\text{n}_{37}$		\rightarrow		${}_{30}\text{n}_{36} + e + \bar{\nu}$	
Ruhenergie Teilchen	n	150,525	p	150,320		e	0,082
$-E_T$		-92,33		-92,63			
Summe		58,195		57,772			
ΔE				0,423 pJ			

		${}_{29}\text{n}_{37}$		\rightarrow		${}_{28}\text{n}_{38} + \bar{e} + \nu$	
Ruhenergie Teilchen	p	150,320	n	150,525		\bar{e}	0,082
$-E_T$		-92,33		-92,42			
Summe		57,99		58,187			
ΔE				-0,197 pJ			

		${}_{29}\text{n}_{37}$		\rightarrow		${}_{27}\text{n}_{35} + {}_2\text{n}_2$	
$-E_T$		-92,33		-86,63	-4,53		
Summe		-92,33		-91,16			
ΔE				-1,17 pJ			

c) Es entsteht ein Heliumkern:

		${}_{90}\text{n}_{138}$		\rightarrow		${}_{89}\text{n}_{139} + \bar{e} + \nu$	
Ruhenergie Teilchen	p	150,320	n	150,525		\bar{e}	0,082
$-E_T$		-279,27		-279,05			
Summe		-128,95		-128,443			
ΔE				-0,507 pJ			

		${}_{90}\text{n}_{138}$		\rightarrow		${}_{88}\text{n}_{136} + {}_2\text{n}_2$	
$-E_T$		-279,27		-275,62	-4,53		
Summe		-279,27		-280,15			
ΔE				0,88 pJ			

${}_{91}\text{n}_{137}$ nicht in Tabelle!

Aufgabe:

9. Zeige, dass die Bilanz der drei Ladungen bei der Reaktion



in Ordnung ist. Beachte, dass hier nicht die Symbole der Kerne, sondern die der ganzen Atome, einschließlich Hülle, stehen. Die Reaktion kommt tatsächlich vor. Beschreibe in Worten, was dabei passiert. Stelle die Energiebilanz auf.

Lösung:

9. Es reagiert ein Elektron der Hülle mit einem Proton des Kerns. Das entstehende Neutron bleibt im Kern, das Neutrino fliegt weg.

	$p_{26}n_{29}e_{26}$	\rightarrow	$p_{25}n_{30}e_{25} + \nu$
elektr. L.	26 - 26		25 - 25
baryon. L.	26 + 29		25 + 30
lepton. L.	26		25 + 1

Aufgabe:

10. (a) Wir betrachten die Zerfallsreaktion eines instabilen Nuklids A, bei der ein Nuklid B und ein Elektron entstehen:



Wo liegt Nuklid A in der Nuklidkarte? Wo liegt A relativ zu B?

(b) Wo liegen die Nuklide C und D, die in der Zerfallsreaktion $C \rightarrow D + \bar{e} + n$ auftreten?

(c) Wo liegen die Nuklide E und F, die in der Zerfallsreaktion $E \rightarrow F + p_2n_2$ auftreten?

Lösung:

10. a) A liegt oberhalb der Reihe der stabilen Nuklide. B liegt diagonal rechts unter A.

b) C liegt unterhalb der Reihe der stabilen Nuklide. D liegt diagonal links über C.

c) E liegt auf der Nuklidkarte rechts oben. F liegt zwei Positionen unter und zwei Positionen links von E.