

**1. Frage:** (a, b und c 0.5 Punkte, sonst 1 Punkt)

3.5

Erkläre folgende Begriffe mit jeweils maximal drei Sätzen!

- Wodurch unterscheiden sich Isotope des gleichen Elementes?
- Wie heissen die drei Strahlenarten (Stichworte genügen)
- Was ist eine Kernfusion?
- Was ist der Massendefekt?
- Was ist die Halbwertszeit ('HWZ') ?

**2. Frage:**

6 P.

- Wie lange (Anzahl HWZ) dauert es, damit von 1 kg radioaktiver Substanz nur 1 g übrig ist? (1 P.)
- Wie lange (Anzahl HWZ) dauert es, damit von 1 g radioaktiver Substanz schon 0.75 g umgewandelt sind? (0.5 P.)
- Wie alt ist eine Probe, die eine 32-mal tiefere C-14-Konzentration enthält als ein noch lebender Organismus? Halbwertszeit von C-14: ca. 6000 Jahre. (1 P.)
- Was für ein Zeitbereich ist mit der C-14-Methode zugänglich? Annahme: Die Messgrenze sei ca. 2000-mal kleiner als die Konzentration an C-14, welche in lebenden Organismen nachgewiesen werden kann. (1 P.)
- Durch einen Störfall in einem Kernkraftwerk gelangen 48 mg einer radioaktiven Substanz in die Atmosphäre. Welche Masse in davon nach 48 Jahren noch vorhanden, wenn die Halbwertszeit dieser radioaktiven Substanz 12 Jahre beträgt. (1.5 P.)
- Bei der Therapie von entzündlichen Prozessen wie z.B. Rheuma wird Yttrium-90 mit einer Halbwertszeit von rund 64 Stunden verwendet. Fragen:
  - Nach welcher Zeit sind 3/4 der Nuklide Yttrium-90 zerfallen? (0.5 P.)
  - Wann sind 93,75% zerfallen? (0.5 P.)

**3. Frage:** (a-f je 0.5 P., g + h je 1.0 P.)

5 P.

Ergänze folgende Zerfallsreihen. Angabe Ordnungszahl, Elementname und Massenzahl für X.

- |  |  |
|--|--|
| a) ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$  | b) ${}^{32}_{16}\text{S} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^1_1\text{H} + \text{X}$     |
| c) $\text{X} \rightarrow {}^{187}_{76}\text{Os} + {}^0_{-1}\text{e}$   | d) ${}^1_1\text{H} + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow 3 \cdot \text{X}$                 |
| e) ${}^{59}_{26}\text{Fe} \rightarrow \text{X} + {}^0_{-1}\text{e}$  | f) ${}^{98}_{42}\text{Mo} + {}^2_1\text{H} \rightarrow \text{X} + {}^1_0\text{n}$    |
| g) ${}^{238}_{92}\text{U} \xrightarrow{\alpha} \text{X} \xrightarrow{\beta^-} \text{Y} \xrightarrow{\beta^-} \text{Z}$ | h) ${}^{20}_8\text{O} \xrightarrow{\beta^-} \text{X} \xrightarrow{\beta^-} \text{Y}$ |

**4. Frage:** (jeweils 1 Punkt, )

4 P.

Pro Aufgabe maximal 3 Sätze.

- Nenne zwei Möglichkeiten, um in einem Atomkraftwerk eine Kettenreaktion von spaltbarem Material zu verhindern.
- Was ist ein Moderator (in einem AKW).
- Erkläre die Temperaturabhängigkeit des Moderator-effektes von Wasser.
- Worin unterscheidet sich ein Druckwasserreaktor von einem Siedewasserreaktor. Zwei Unterschiede angeben.

**5. Frage:** (b1-b3: 0.5 P., c1-c2: 1.0 P.)

4.5

Wasser lässt sich zu Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zerlegen.

- Wie lautet die korrekte stöchiometrische Reaktionsgleichung?
- Angenommen, die Reaktion wird mit 90 g Wasser durchgeführt, wieviel ...
  - ... Gramm Sauerstoffatome sind in 90 g Wasser enthalten?
  - ... Gramm Wasserstoffatome sind in 90 g Wasser enthalten?
  - ... Mol Elektronen sind in 90 g Wasser enthalten?
- Angenommen, die Reaktion wird mit 108 g Wasser durchgeführt, wieviel ...
  - ... Gramm Wasserstoffgas entsteht bei dieser Reaktion?
  - ... Gramm Sauerstoffgas entsteht bei dieser Reaktion?

**1. Frage:** (a, b und c 0.5 Punkte, sonst 1 Punkt)

3.5

Erkläre folgende Begriffe mit jeweils maximal drei Sätzen!

- ✓ a) Wodurch unterscheiden sich Isotope des gleichen Elementes?
- ✓ b) Wie heißen die drei Strahlenarten (Stichworte genügen)
- ✓ c) Was ist eine Kernfusion?
- ✓ d) Was ist der Massendefekt?
- ✓ e) Was ist die Halbwertszeit ('HWZ') ?

**2. Frage:**

6 P.

- ✓ a) Wie lange (Anzahl HWZ) dauert es, damit von 1 kg radioaktiver Substanz nur 1 g übrig ist? (1 P.)
- ✓ b) Wie lange (Anzahl HWZ) dauert es, damit von 1 g radioaktiver Substanz schon 0.75 g umgewandelt sind? (0.5 P.)
- ✓ c) Wie alt ist eine Probe, die eine 32-mal tiefere C-14-Konzentration enthält als ein noch lebender Organismus? Halbwertszeit von C-14: ca. 6000 Jahre. (1 P.)
- ✓ d) Was für ein Zeitbereich ist mit der C-14-Methode zugänglich? Annahme: Die Messgrenze sei ca. 2000-mal kleiner als die Konzentration an C-14, welche in lebenden Organismen nachgewiesen werden kann. (1 P.)
- ✓ e) Durch einen Störfall in einem Kernkraftwerk gelangen 48 mg einer radioaktiven Substanz in die Atmosphäre. Welche Masse in davon nach 48 Jahren noch vorhanden, wenn die Halbwertszeit dieser radioaktiven Substanz 12 Jahre beträgt. (1.5 P.)
- ✓ f) Bei der Therapie von entzündlichen Prozessen wie z.B. Rheuma wird Yttrium-90 mit einer Halbwertszeit von rund 64 Stunden verwendet. Fragen:
  - ✓ f1) Nach welcher Zeit sind 3/4 der Nuklide Yttrium-90 zerfallen? (0.5 P.)
  - ✓ f2) Wann sind 93,75% zerfallen? (0.5 P.)

**3. Frage:** (a-f je 0.5 P., g + h je 1.0 P.)

5 P.

Ergänze folgende Zerfallsreihen. Angabe Ordnungszahl, Elementname und Massenzahl für X, Y, Z.

- ✓ a)  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$
- ✓ b)  ${}^{32}_{16}\text{S} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^1_1\text{H} + \text{X}$
- ✓ c)  $\text{X} \rightarrow {}^{187}_{76}\text{Os} + {}^0_{-1}\text{e}$
- ✓ d)  ${}^1_1\text{H} + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow 3 \cdot \text{X}$
- ✓ e)  ${}^{59}_{26}\text{Fe} \rightarrow \text{X} + {}^0_{-1}\text{e}$
- ✓ f)  ${}^{98}_{42}\text{Mo} + {}^2_1\text{H} \rightarrow \text{X} + {}^1_0\text{n}$
- ✓ g)  ${}^{238}_{92}\text{U} \xrightarrow{\alpha} \text{X} \xrightarrow{\beta^-} \text{Y} \xrightarrow{\beta^-} \text{Z}$
- ✓ h)  ${}^{20}_8\text{O} \xrightarrow{\beta^-} \text{X} \xrightarrow{\beta^-} \text{Y}$

**4. Frage:** (jeweils 1 Punkt, )

4 P.

Pro Aufgabe maximal 3 Sätze.

- ✓ a) Nenne zwei Möglichkeiten, um in einem Atomkraftwerk eine Kettenreaktion von spaltbarem Material zu verhindern.
- ✓ b) Was ist ein Moderator (in einem AKW).
- ✓ c) Erkläre die Temperaturabhängigkeit des Moderatoreffektes von Wasser.
- ✓ d) Worin unterscheidet sich ein Druckwassereaktor von einem Siedewasserreaktor. Zwei Unterschiede angeben.

**5. Frage:** (b1-b3: 0.5 P., c1-c2: 1.0 P.)

4.5

Wasser lässt sich zu Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zerlegen.

- ✓ a) Wie lautet die korrekte stöchiometrische Reaktionsgleichung?
- ✓ b) Angenommen, die Reaktion wird mit 90 g Wasser durchgeführt, wieviel ...
  - ✓ b1) ... Gramm Sauerstoffatome sind in 90 g Wasser enthalten?
  - ✓ b2) ... Gramm Wasserstoffatome sind in 90 g Wasser enthalten?
  - ✓ b3) ... Mol Elektronen sind in 90 g Wasser enthalten?
- ✓ c) Angenommen, die Reaktion wird mit 108 g Wasser durchgeführt, wieviel ...
  - c1) ... Gramm Wasserstoffgas entsteht bei dieser Reaktion? 12
  - c2) ... Gramm Sauerstoffgas entsteht bei dieser Reaktion? 96

23.0

# Atomkernphysik

① a) Isotope

gleiche Anzahl  $p$ , aber  
verschiedene Anzahl  $n$

0.5/0.0

b)  $\alpha, \beta + \gamma$

0.5/0.0

c) Kernfusion: zusammenschmelzen zweier  
Kerne

0.5/0.0

d) Massendefekt:  $E = mc^2$

1.0 / 0.5 / 0.0

.....  
• Nulllinie  
↑ Bindungsenergie

e) HWZ: Zeit welche vergeht, bis nur noch  
die Hälfte des radioaktiven <sup>0.5!</sup>  
Elemente noch vorhanden ist

radioaktiv oder  
instabile Nuklide  
muss stehen

scout: -0.5

1.0 / 0.5 / 0.0

Gesamtmasse  $\approx$  konstant

Total 3.5

if z.B. radioaktives  
Isotop angegeben:  $t_{1/2} = 1.0$

Total p.c

2)

a) 1 kg  $\approx$  1 g 0.5  
 $\approx \frac{1}{1000}$   $2^{10} = 1024$

ca. 10 HWZ 0.5 1000 g  
 $N = N_0 \cdot 2^{-t/T_{1/2}} \rightarrow \frac{3 \cdot 10^{10} \cdot T_{1/2}}{1024} = 9.96$

b) 1. HWZ: 0.5 g umgewandelt  
 2. " 0.75 g ..

0.5/0.0

c)  $32 = 2^5 \rightarrow 5$  HWZ 0.25  
 $\xrightarrow{0.5} 30.000$  Jahre 0.25

1.0

d)  $\frac{1}{2000} \approx \frac{1}{2^{10}} - \frac{1}{2^{11}}$

2.4  $\xrightarrow{0.5}$  10-11 HWZ  $\rightarrow \frac{60.000 - 66.000}{0.5}$

1.0

e) 1 HWZ = 12 Jahre  
 48 ..  $\rightarrow 4$  HWZ 0.5  
 $2^4 = 16$  0.5  
 $\frac{48}{16} = 3$  mg 0.5

1.5

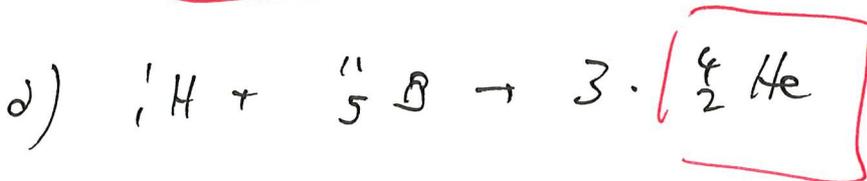
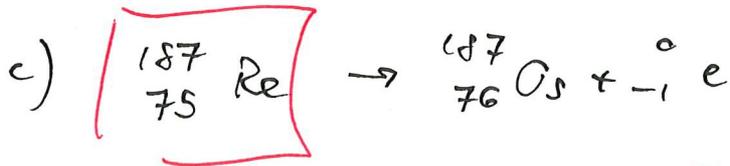
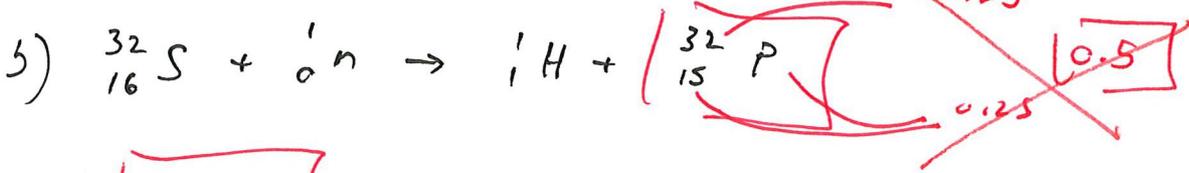
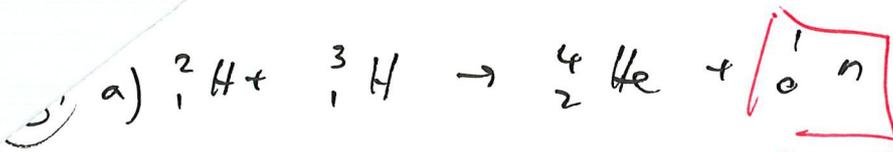
f.)  $\frac{3}{4} \approx 2$  HWZ  $\rightarrow 2.64 = 128$  h 0.5

0.5/0.0

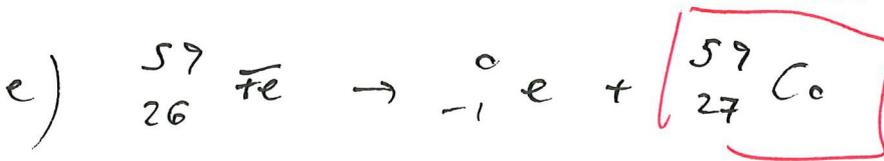
g.) 93.75%  $\approx 4$  HWZ 0.5  
 $4 \cdot 64 = 256$  h 0.5

0.5/0.0

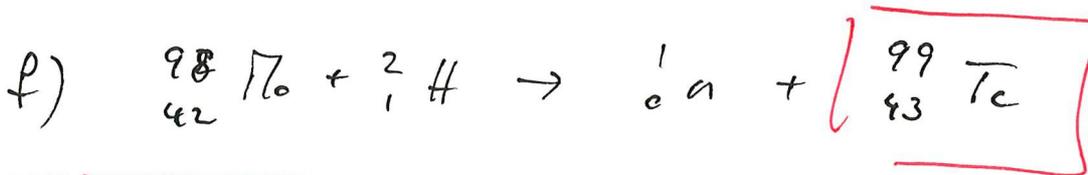
alles korrekt! 0.5/0.0



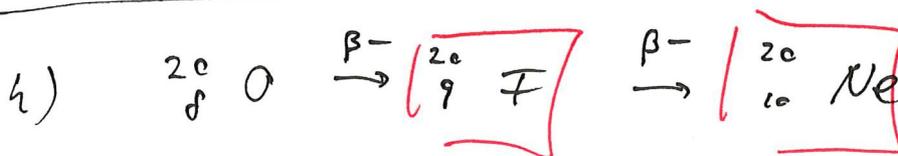
je 0.5



3.0



1.0



~~1.0~~

1.0

wenn Bruchstrich: -0.25!

Total 5.0

4)

a) Kerneraktion...

• Steuerstäbe 0.5

• Moderator 0.5

• kritische Masse

wegnehmen nützt nichts...

1.0

b) Moderator : Abbremsen von Spaltneutronen

1.0

c) Tempabhängigkeit H<sub>2</sub>O-Moderator :

• Neutronen müssen abgebremsert werden, wenn sie für Spaltung gebraucht werden sollen

• wenn H<sub>2</sub>O-Temp zu hoch, resp. Luftblasen vorhanden sind werden Neutronen nicht mehr abgebremsert... → System reguliert sich

1.0

d) Druckwasser / Siedewasser

• Anzahl Kreisläufe 0.5

• Sicherheit 0.5

• radioaktives Wasser

1.0

Total 4.0

5)



0.5  
0.5/0.0

if ~~max  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2 + \text{O}_2 = 0.25$~~

b<sub>1</sub>)  $\text{H}_2\text{O} \hat{=} 2 \cdot 1 + 1 \cdot 16 = 18 \text{ g/mol}$

(<sup>16</sup>/<sub>18</sub> gehen zu Lasten des "O")  
0.25

$\rightarrow \frac{90}{18} \cdot 16 = 80 \text{ g "O" - Atome}$

0.5  
0.5/0.0

Es wurde nach Atomen gefragt, nicht Moleküle!  
80 g O<sub>2</sub>!  
0.25  
0.25

b<sub>2</sub>)  $\frac{2}{18} \rightarrow \frac{10 \text{ g "H-Atome"}}{10 \text{ g H}_2}$

0.5  
0.5/0.0

b<sub>3</sub>)  $1 \text{ Mol H}_2\text{O} \hat{=} 18 \text{ g}$   
 $90 \text{ g} \rightarrow 5 \text{ Mol}$

$1 \text{ H}_2\text{O} : 2 \cdot 1 + 1 \cdot 16 = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 8 = 10 \text{ e}^-$  0.25

$5 \text{ Mol H}_2\text{O} : \underline{50 \text{ mol e}^-}$

1.0  
1.0/0.25/0.0



|                      | M $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ | m (g)                | n (mol) = $\frac{m}{M}$ |
|----------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------------|
| $\text{H}_2\text{O}$ | 18                              | 108                  | 6 <sup>0.25</sup>       |
| $\text{H}_2$         | 2 <sub>0.25</sub>               | 12 g <sub>0.25</sub> | 6 <sub>0.25</sub>       |

: 2.2

1.0

c2)

|                      | M                  | m                  | n                 |
|----------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| $\text{H}_2\text{O}$ | 18                 | 108                | 6 <sup>0.25</sup> |
| $\text{O}_2$         | 32 <sub>0.25</sub> | 96 <sub>0.25</sub> | 3 <sub>0.25</sub> |

: 2.1

1.0

if H-Gas oder

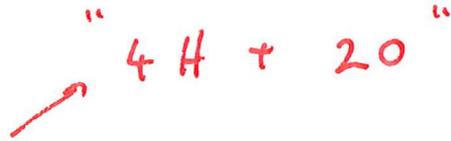
O-Gas ... je -0.25

5.0f Result  
korrekt!

if  $c_1/c_2$  umverteilt : je 0.5 Punkte  
(wenn alles korrekt)

wenn Angabe  $\text{H}_2/\text{O}_2$  ... -0.25





|                  | Sto              | M  | m  | n   |
|------------------|------------------|----|----|-----|
|                  | H <sub>2</sub> O | 18 | 90 | 5   |
| b <sub>2</sub> ) | H <sub>2</sub>   | 2  | 10 | 5   |
| b <sub>1</sub> ) | O <sub>2</sub>   | 32 | 80 | 2.5 |
|                  | O                | 16 | 80 | 5   |

↓ :2

↓ :2·2

→ 80 g O<sub>2</sub> → 80 g O-Atoms

? ~~160g~~