

# Abitur Physik - 2019 - 12 - II

## Aufgabe 1

$${}^2_1\text{H}^+ \quad m_d = 2,013553 \text{ u}$$

$${}^3_1\text{H}^+ \quad m_t = 3,015501 \text{ u}$$

a)  $T = 100 \cdot 10^6 \text{ }^\circ\text{C}$  ;  $\overline{E_{\text{kin}}} = 13 \text{ keV}$

Ionisierungsenergie eines H-Atoms:  $13,6 \text{ eV}$

$$\overline{E_{\text{kin}}} \approx 1000 \cdot E_{\text{ion.}}$$

Die Wasserstoffatome sind also komplett ionisiert.



$$\begin{aligned} Q &= (m_d + m_t - m_{\text{He}} - m_n) \cdot c^2 \\ &= (2,013553 + 3,015501 - 4,001506 - 1,008665) \text{ u} \cdot c^2 \\ &= 0,018883 \cdot 931,49 \text{ MeV} \\ &= \underline{\underline{17,6 \text{ MeV}}} \end{aligned}$$

c)  $P = 3,0 \text{ GW} = 3,0 \cdot 10^9 \text{ W}$

$$P = Q \cdot A \Rightarrow A = \frac{P}{Q}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{3 \cdot 10^9 \text{ J}}{\text{s} \cdot 17,6 \cdot 10^6 \text{ eV}} = \frac{3 \cdot 10^3 \text{ J}}{\text{s} \cdot 17,6 \cdot 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \\ &= 1,064 \cdot 10^{21} \frac{1}{\text{s}} = 1,064 \cdot 10^{21} \cdot 3,1556952 \frac{1}{\text{a}} \\ &= 3,357 \cdot 10^{28} \frac{1}{\text{a}} \end{aligned}$$

Man benötigt deshalb mindestens  $3,357 \cdot 10^{28}$

Kerne  $N_t$

Dies entspricht einer Masse von :

$$\begin{aligned}
 m &= m_p \cdot N_L \\
 &= 3,015501 \text{ u} \cdot 3,357 \cdot 10^{28} \\
 &= 3,015501 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} \cdot 3,357 \cdot 10^{28} \text{ kg} \\
 &= \underline{\underline{168 \text{ kg}}}
 \end{aligned}$$



$$Q' = 4,78 \text{ MeV}$$

$$\frac{Q}{Q^*} = \frac{17,6 \text{ MeV} + 4,78 \text{ MeV}}{17,6 \text{ MeV}} = \underline{\underline{1,27}}$$

(Erhöhung um 27%)

e) Bei der Inbetriebnahme müssen erst einmal Neutronen von außen zugeführt werden. Auch im laufenden Betrieb gehen Neutronen „verloren“. Z.B. könnten sie in Richtung Reaktorwand fliegen und dort Atome ionisieren.

f) Im Nahbereich dominiert die Kernkraft, die sehr stark ist und anziehend wirkt. In größerem Abstand zum Kern die abstoßende elektrische Coulombkraft.  $E^*$  ist der höchste Wert, <sup>der Energie</sup> der sich aus der Überlagerung beider Kräfte ergibt. Nach der klassischen Physik müsste die Kerne gegen diese Abstoßung durch Energiezufuhr angenähert werden. Quantenmechanisch ist durch den Tunneleffekt

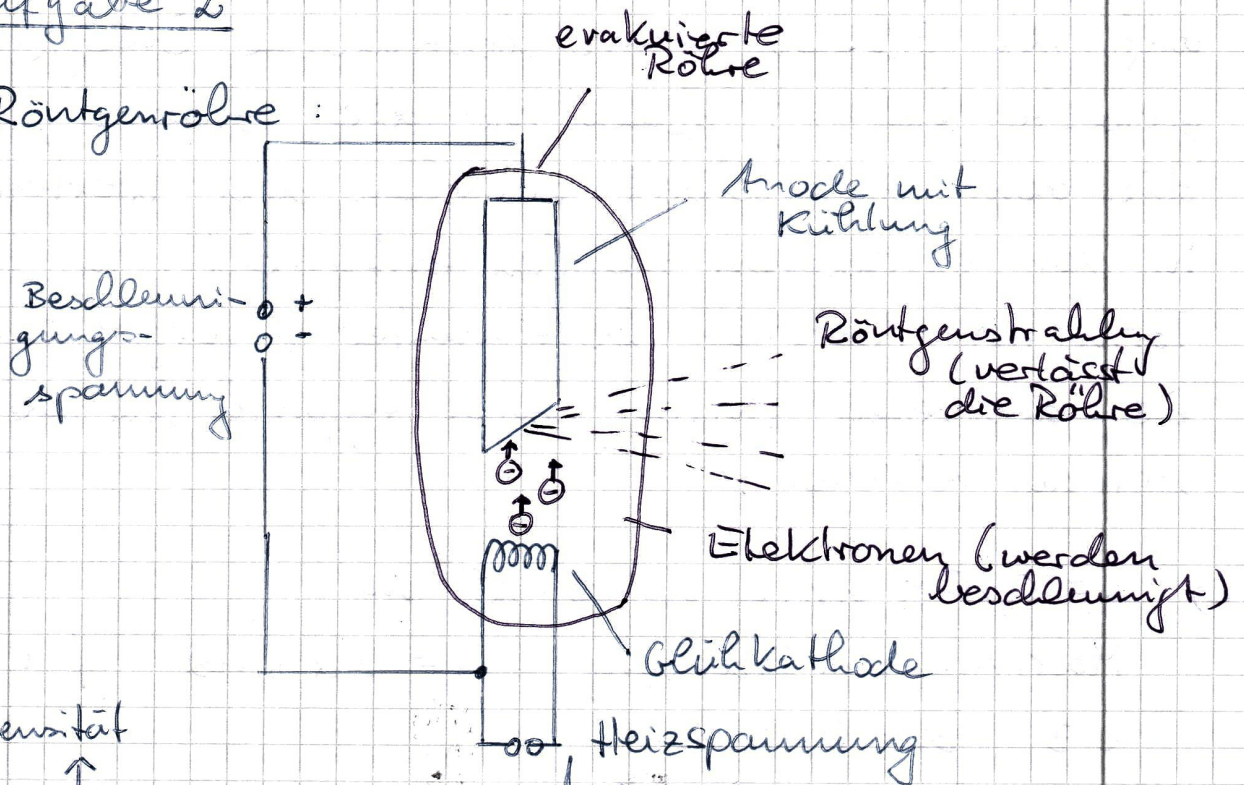
auch eine Annäherung bei kleinerer Energie möglich:

g) pro Fusionstechnologie:

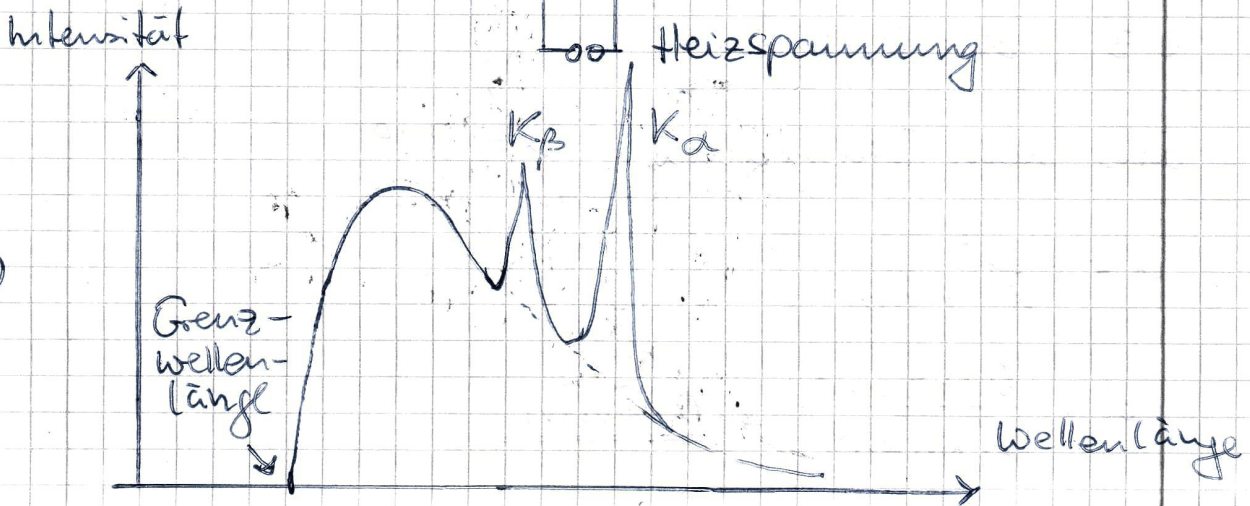
- Vorrat an Rohstoffen reichlich
  - geringe Strahlenbelastung
- contra Fusionstechnologie!
- Bau und Betrieb sind teuer
  - im Katastrophenfall wird radioaktive Strahlung frei

Aufgabe 2

a) Röntgenröhre:



b)



Die Grenzwellenlänge ist die Wellenlänge der energiereichsten Photonen, sie entstehen, wenn ein Elektron seine gesamte Energie beim Aufprall auf die Anode in Form eines Photons abgibt. Weiter rechts sind die Energien kleiner. Das Bremspektrum ist kontinuierlich. Überlagert sind zwei Peaks (diskrete Linien). Sie treten auf, wenn ein Atom ionisiert wird und ein Elektron, das sich auf der inneren K-Schale befand, durch ein anderes Elektron der L- bzw. M-Schale ersetzt wird. Da die Elektronen auf den Schalen ganz bestimmte Energiegewerte haben, geben sie die Energie, die dem Unterschied zwischen den Werten in den einzelnen Schalen entspricht, in Form von Photonen bestimmter Energie ab. Die diskreten Linien sind typisch für die Art des Atoms.

$$c) \lambda = 0,179 \text{ nm} = 0,179 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$\text{Maximum 1. Ordnung} : \lambda = 2d \sin \alpha \quad | : 2 \sin \alpha$$

$$z.B. \quad d = 0,25 \text{ nm}$$

$$\text{aus dem Diagramm} : \alpha = 21^\circ$$

$$d = \frac{\lambda}{2 \cdot \sin \alpha}$$

$$d = \frac{0,179 \text{ nm}}{2 \cdot \sin 21^\circ} = \underline{\underline{0,25 \text{ nm}}}$$

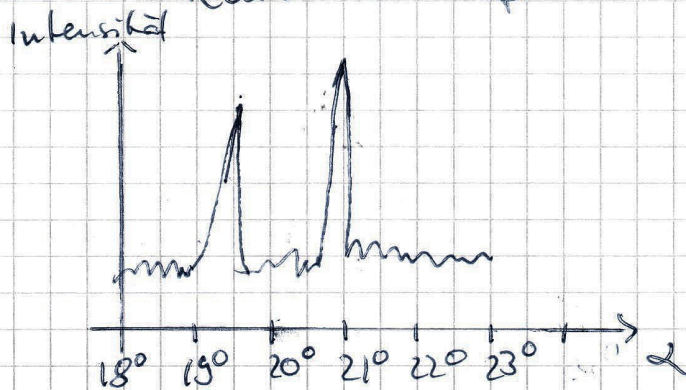
d) Vergrößerung um 6,8%  $\Rightarrow d^* = 1,068 \cdot d$

$$d^* = 1,068 \cdot 0,25 \text{ nm} = 0,267 \text{ nm}$$

$$\sin \alpha = \frac{\lambda}{2d} \quad ; \quad \sin \alpha^* = \frac{0,179 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{2 \cdot 0,267 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 0,335$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\alpha^* \approx 19,6^\circ}}$$

erwarteter Kurvenverlauf:



e) 500 km pro Tankfüllung  $\stackrel{(m_H)}{\leq}$  5 kg Wasserstoff  
pro Metallatom im  $\ominus$  1 H-Atom

$$\Rightarrow N_H = \frac{N_H}{M_H} = \frac{5 \text{ kg}}{1,00 \text{ u}}$$

Die durchschnittliche Masse  $m_H$   
der Metallatome ist  $\frac{m_{La} + m_{Ni}}{2}$

Damit ergibt sich eine Masse des  
Speiders von:

$$m_{sp} = N_H \cdot m_H = \frac{5 \text{ kg}}{1,00 \text{ u}} \cdot \frac{138,91 \text{ u} + 58,69}{2}$$

$$= 494 \text{ kg} \approx 0,5 \text{ t}$$

Der Tank wäre schwerer als ein herkömmlicher  
Benzintank, aber vergleichbar mit dem

Akkugewicht eines Elektroautos. Ein Auto  
mit einem Metallhydrid-Tank wäre  
also praxistauglich.