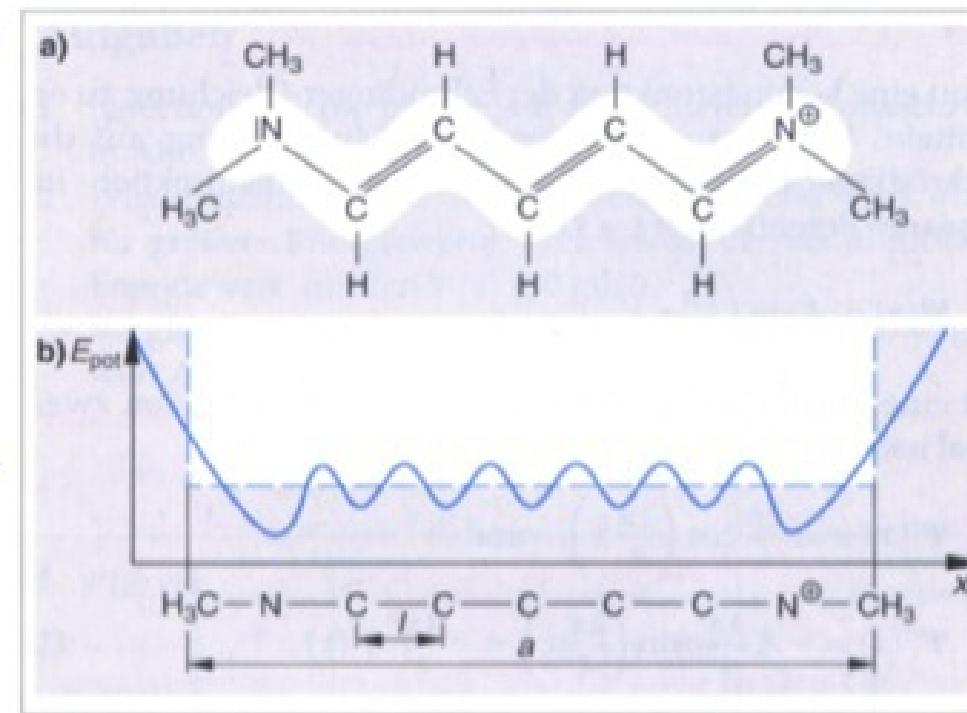


Warum sind Rosen rot? - Elektronen als Wellen Rosen enthalten u.a. organische, d.h. auf Kohlenstoff basierende Moleküle, die Ketten aus Atomen bilden, von denen 8 jeweils ein e^- nicht für eine Bindung benötigen. Diese sind entlang der Kette nahezu frei beweglich (man spricht auch von delokalisierten π -Elektronen).

Ein solches Molekül lässt sich in guter Näherung als unendlich hoher linearer Potentialtopf für die e^- betrachten, in dem diese nur bestimmte Energieniveaus einnehmen können (nach dem Pauliprinzip jeweils höchstens zu zweit). Rechts ist ein solches Cyaninmolekül sowie der Potentialverlauf dargestellt.



- 1.1. Leiten Sie allgemein unter der Annahme, dass die Ψ -Funktionen der e^- in einem Potentialtopf der Länge a stehende Wellen mit den Randbedingungen $\Psi(0)=0$ und $\Psi(a)=0$ sind, die Gleichung für die

erlaubten Energieniveaus her: $E_n = \frac{h^2}{8m_e a^2} \cdot n^2$ mit $n=1,2,3,\dots$ (9 Punkte)

- 1.2. Beschreiben und erläutern Sie den energetisch tiefsten, d.h. stabilen Zustand des Moleküls: Welche Energieniveaus sind normalerweise besetzt, wenn keines der e^- angeregt ist? (5 Punkte)
- 1.3. Das angeregte Cyaninmolekül besitzt ein e^- mit $n=5$. Berechnen Sie E_5 unter der Annahme, dass der mittlere Abstand der Atome, die den Potentialtopf bilden, $l=0,15 \text{ nm}$ ist. (5 Punkte)
- 1.4.
- Welche Wellenlänge hat das emittierte Licht, wenn sich das Molekül energetisch abregt? (5 Punkte)
 - Welcher Farbe entspricht diese Wellenlänge? (3 Punkte)
 - Warum erscheinen die Rosen dem Betrachter dann trotzdem rot? (3 Punkte)

1.1. Annahme: die beschreibende ψ -Fkt ist stetig und erfüllt Randbed.

$$\psi(0) = 0 \quad \text{u} \quad \psi(a) = 0$$

$$\psi\text{-Fkt bilden stehende Wellen: } a = n \frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = \frac{2a}{n}$$

$$E_n = E_{kin,n} + E_{pot,n} \quad \text{O.B.d.} \quad E_{pot,n} = 0$$

$$= \frac{1}{2} m v^2 = \frac{p^2}{2m} = \frac{\left(\frac{h}{\lambda}\right)^2}{2m} = \frac{\left(\frac{h \cdot n}{2a}\right)^2}{2m} = \frac{h^2}{2m \cdot 4a^2} n^2$$

$$= \frac{h^2}{8m a^2} n^2$$

q.e.d

1.2. Das Molekül besitzt 8 freie e^- , die auf die E_n verteilt werden müssen, und zwar nach Pauli je 2 auf ein E_n : E_1 bis E_4 sind mit je 2 e^- besetzt.

Das ist der sog. Grundzustand, d.h. die Situation minimaler Gesamtenergie der e^- .

$$1.3 \quad E_5 = \frac{h^2}{8m_e a^2} 5^2, \quad a = 8 \cdot l \quad (\text{s. Abb.})$$

$$= 6,54 \text{ eV} = 1,05 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$1.4 \quad a) \quad \text{ges: } \Delta E = E_5 - E_4 = 2,35 \text{ eV} = 3,76 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Delta E = hf = \frac{h \cdot c}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{\Delta E} = 528 \text{ nm}$$

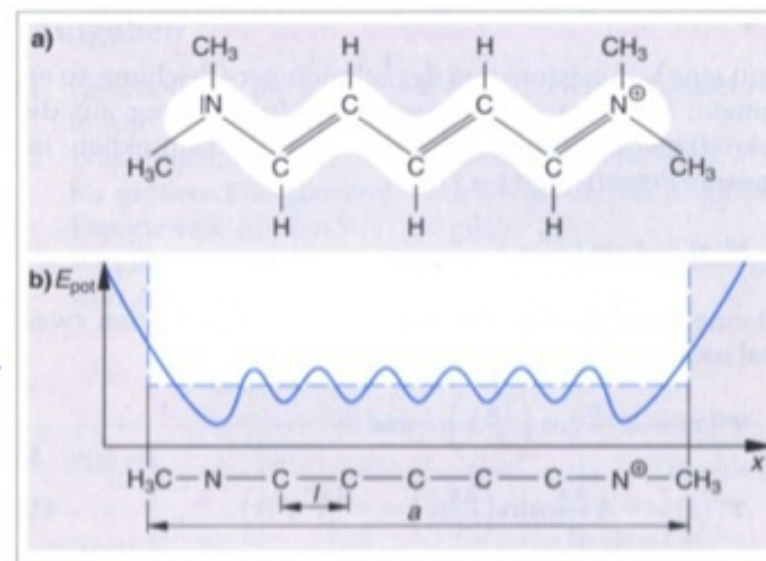
b) grün (s. Tabellenwert)

c) Von weißem Licht „greift“ sich das Molekül das Grün heraus, um e^- von E_4 nach E_5 zu heben (Absorption von $2,35 \text{ eV} \hat{=} 528 \text{ nm}$)

„Weiß - Grün = Rot“ (Komplementärfarbe)

Warum sind Rosen rot? - Elektronen als Wellen Rosen enthalten u.a. organische, d.h. auf Kohlenstoff basierende Moleküle, die Ketten aus Atomen bilden, von denen 8 jeweils ein e^- nicht für eine Bindung benötigen. Diese sind entlang der Kette nahezu frei beweglich (man spricht auch von delokalisierten π -Elektronen).

Ein solches Molekül lässt sich in guter Näherung als unendlich hoher linearer Potentialtopf für die e^- betrachten, in dem diese nur bestimmte Energieniveaus einnehmen können (nach dem Pauliprinzip jeweils höchstens zu zweit). Rechts ist ein solches Cyaninmolekül sowie der Potentialverlauf dargestellt.



1.1. Leiten Sie allgemein unter der Annahme, dass die Ψ -Funktionen der e^- in einem Potentialtopf der Länge a stehende Wellen mit den Randbedingungen $\Psi(0)=0$ und $\Psi(a)=0$ sind, die Gleichung für die

erlaubten Energieniveaus her: $E_n = \frac{h^2}{8m_e a^2} \cdot n^2$ mit $n=1,2,3,\dots$ (9 Punkte)

1.2. Beschreiben und erläutern Sie den energetisch tiefsten, d.h. stabilen Zustand des Moleküls: Welche Energieniveaus sind normalerweise besetzt, wenn keines der e^- angeregt ist? (5 Punkte)

1.3. Das angeregte Cyaninmolekül besitzt ein e^- mit $n=5$. Berechnen Sie E_5 unter der Annahme, dass der mittlere Abstand der Atome, die den Potentialtopf bilden, $l=0,15 \text{ nm}$ ist. (5 Punkte)

1.4.

a) Welche Wellenlänge hat das emittierte Licht, wenn sich das Molekül energetisch abregt? (5 Punkte)

b) Welcher Farbe entspricht diese Wellenlänge? (3 Punkte)

c) Warum erscheinen die Rosen dem Betrachter dann trotzdem rot? (3 Punkte)

Das Bohrsche Atommodell war das erste Atommodell, das Elemente der Quantenmechanik enthielt. Bei allen Schwächen (Widersprüche zur Heisenbergschen Unschärferelation, kann chemische Bindungen nicht erklären etc.) ebnete es doch den Weg zu einem Verständnis der Atomhülle. Viele beobachtbare Eigenschaften des Wasserstoffs lassen sich mit ihm erklären und z.T. präzise vorausberechnen.

Elektronen mit der kinetischen Energie $E_{kin} = 10,0 \text{ eV}$ treffen auf ein Gas aus Wasserstoffatomen, die sich zum größeren Teil im Grundzustand, zum kleineren Teil im ersten angeregten Zustand befinden ($n=2$).

- 2.1. Weisen Sie nach, dass die Wasserstoffatome im Grundzustand von den Elektronen nicht angeregt werden können. (5 Punkte)
- 2.2. Zeigen Sie, dass die Wasserstoffatome im ersten angeregten Zustand von den Elektronen in jeden beliebigen höheren Zustand angeregt und auch ionisiert werden können. (5 Punkte)
- 2.3. Geben Sie ein mögliches Verfahren an, um die kinetische Energie der Elektronen zu messen, nachdem sie durch das Wasserstoffgas geflogen sind. (5 Punkte)

2.1. für alle $n \geq 2$ gilt:

$$E_n - E_1 \geq E_2 - E_1 = 10,2 \text{ eV} > 10,0 \text{ eV} = E_{kin}$$

\Rightarrow keine Anregung möglich

= verfügbare Energie

n	$E_n \text{ [eV]}$
1	-13,6
2	-3,4
3	-1,51
4	-0,85

2.2. für alle $n \geq 3$ gilt:

$$E_n - E_2 \leq E_{\infty} - E_2 = 3,4 \text{ eV} < 10,0 \text{ eV} = E_{kin} = \text{verfügbare Energie}$$

2.3. Man schießt die e^- nach Durchqueren des H-Gases durch ein homogenes B-Feld \Rightarrow Kreisbahn $F_c = F_z \Leftrightarrow e v B = \frac{m v^2}{r} \Leftrightarrow v = \frac{e v B}{m}$
(2. theor Mößl, Gegenfeldmethode)

Es wurden nun die Energien der Elektronen nach Verlassen des Gases gemessen¹, d.h. das Energiespektrum der Elektronen wurde ermittelt.

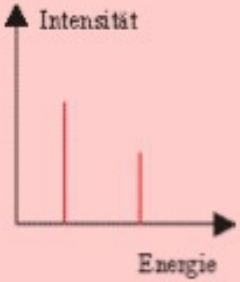
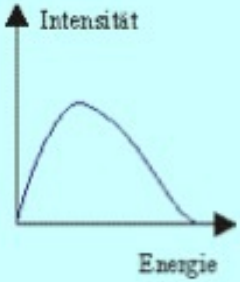
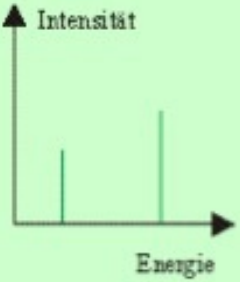
- 2.4. Erklären Sie, wie die drei Werte $10,0\text{ eV}$, $8,1\text{ eV}$ und $7,5\text{ eV}$ im Energiespektrum dieser Elektronen zustande kommen. (8 Punkte)

Ein H^+ -Ion fängt ein freies Elektron mit geringer kinetischer Energie ($E_{kin} < 0,1\text{ eV}$) ein, wobei ein Photon mit $\lambda = 800\text{ nm}$ entsteht.

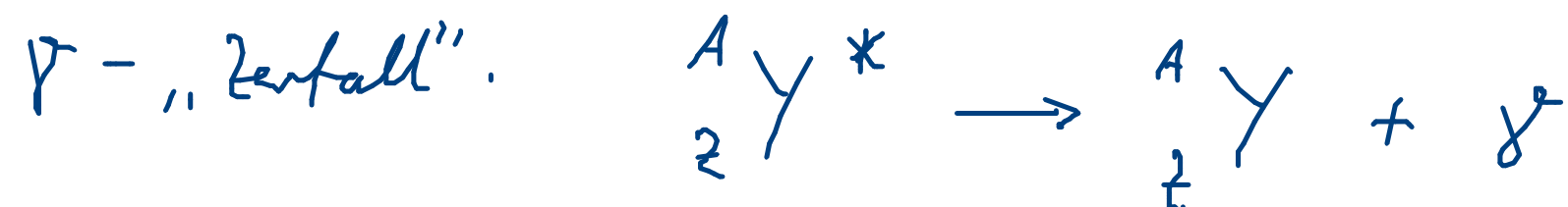
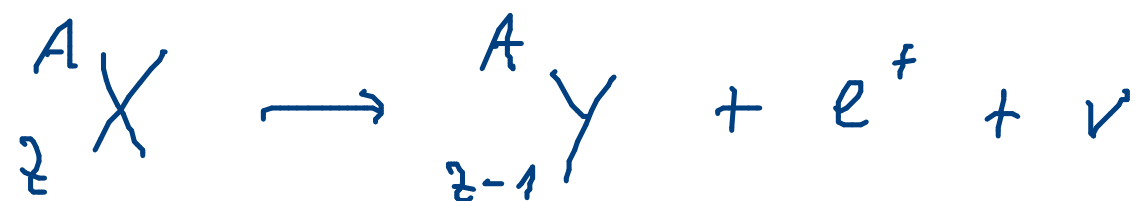
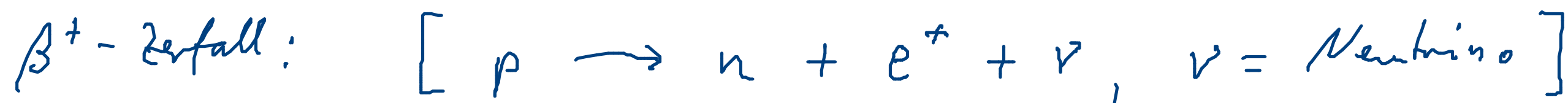
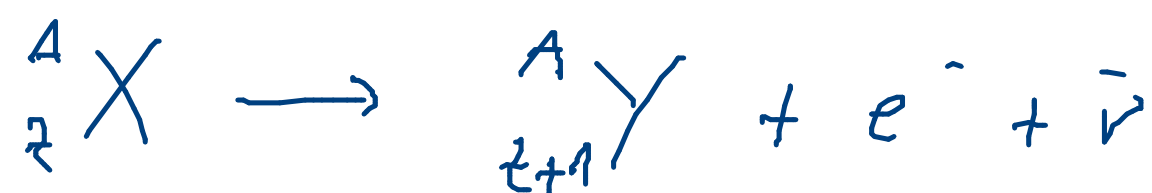
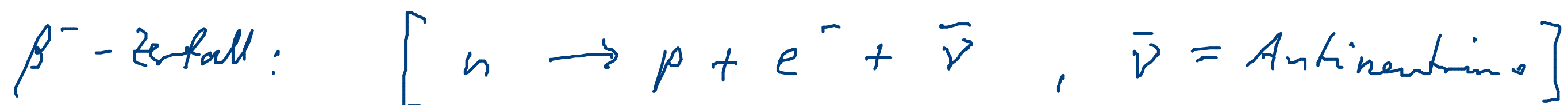
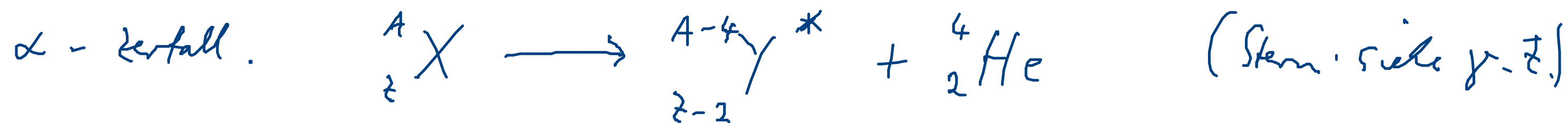
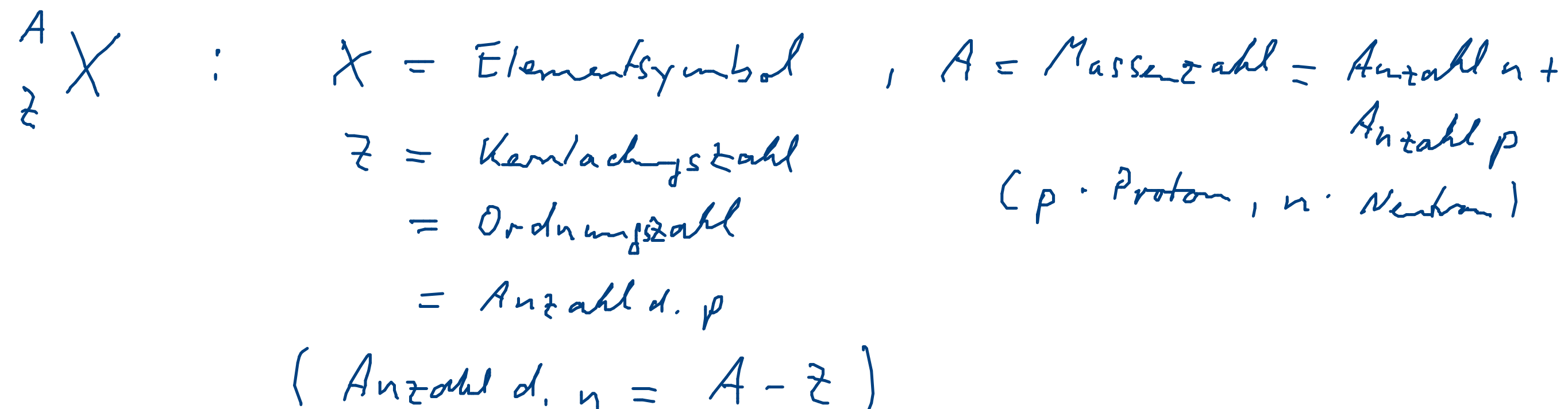
- 2.5. Ermitteln Sie durch Rechnung und Vergleich mit den Überlegungen zu 2.2., auf welchem Energieniveau sich das Elektron unmittelbar nach dem Einfang befindet. [zur Kontrolle: $n = 3$] (4 Punkte)
- 2.6. Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Elektrons vor dem Einfang. (6 Punkte)

Wdh. Radioaktivität

Nenne wichtige Personen und Ereignisse bei der Entdeckung der R.
Welche Eigenschaften radioaktiver Strahlung nennt der Film?

	α -Strahlung	β^- -Strahlung	γ -Strahlung
Identität	Heliumkerne	Elektronen	elektromagnetische Strahlung
Geschwindigkeit	ca. 10% von c	ca. 90% von c	Lichtgeschwindigkeit c
Ladung	+2e	-e	---
Ablenkbarkeit im Magnetfeld	nur schwer ablenkbar (relativ kleine spez. Ladung)	leicht ablenkbar (relativ hohe spez. Ladung)	nicht ablenkbar
Spezifisches Ionisationsvermögen ¹⁾	sehr hoch	mittel	gering
Reichweite in Luft	einige Zentimeter	einige Dezimeter	mehrere Meter
Abschirmung möglich durch:	Papier	einige Millimeter dickes Aluminium	Blei
Energiespektrum	<p>diskret</p> 	<p>kontinuierlich</p> 	<p>diskret</p> 
Vorgang im Kern	Zwei Neutronen und zwei Protonen bilden ein α -Teilchen, das emittiert wird	Ein Kernneutron wandelt sich in ein Kernproton und ein Elektron das emittiert wird. ²⁾	Kern geht von angeregtem Zustand in einen niederenergetischen Zustand

Zerfallsgleichungen radioaktiver Zerfälle



* bedeutet: energetisch angeregt

<-- 8.3.2013