

$$\begin{aligned}
 E_n &= E_{kin,n} + E_{pot,n} \\
 &= -\frac{1}{8} \frac{m e^4}{\epsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2} \\
 &= -13,6 \text{ eV} \cdot \frac{1}{n^2}
 \end{aligned}$$

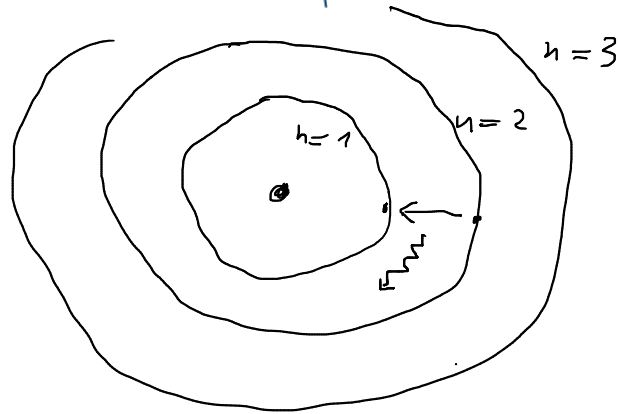
$$\begin{aligned}
 3 \rightarrow 2 : \quad E_3 - E_2 &= \Delta E \\
 &= h f \\
 \Rightarrow f &= \frac{\Delta E}{h}
 \end{aligned}$$

$$v_n = \frac{e^2}{2 \epsilon_0 n \cdot h} = \frac{e^2}{2 \epsilon_0 h} \cdot \frac{1}{n}$$

Lösen:  $v_n = \frac{e^2}{4 \pi \epsilon_0 m v_n^2} = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0 m v_n^2}$

$$= \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m e^2} n^2$$

(n) bestimmen



Energieniveaus:

$$E_1 = -13,6 \text{ eV}$$

$$E_2 = -3,4 \text{ eV}$$

$$E_3 = -1,51 \text{ eV}$$

$$E_4 = -0,85 \text{ eV}$$

1)

$$3 \rightarrow 2: \Delta E = 1,89 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow f = \frac{\Delta E (\text{in J})}{h} = 4,56 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Das ist  $H_\alpha$  (siehe Balmer)!

2)

$$1 \rightarrow \infty \Delta 13,6 \text{ eV}$$

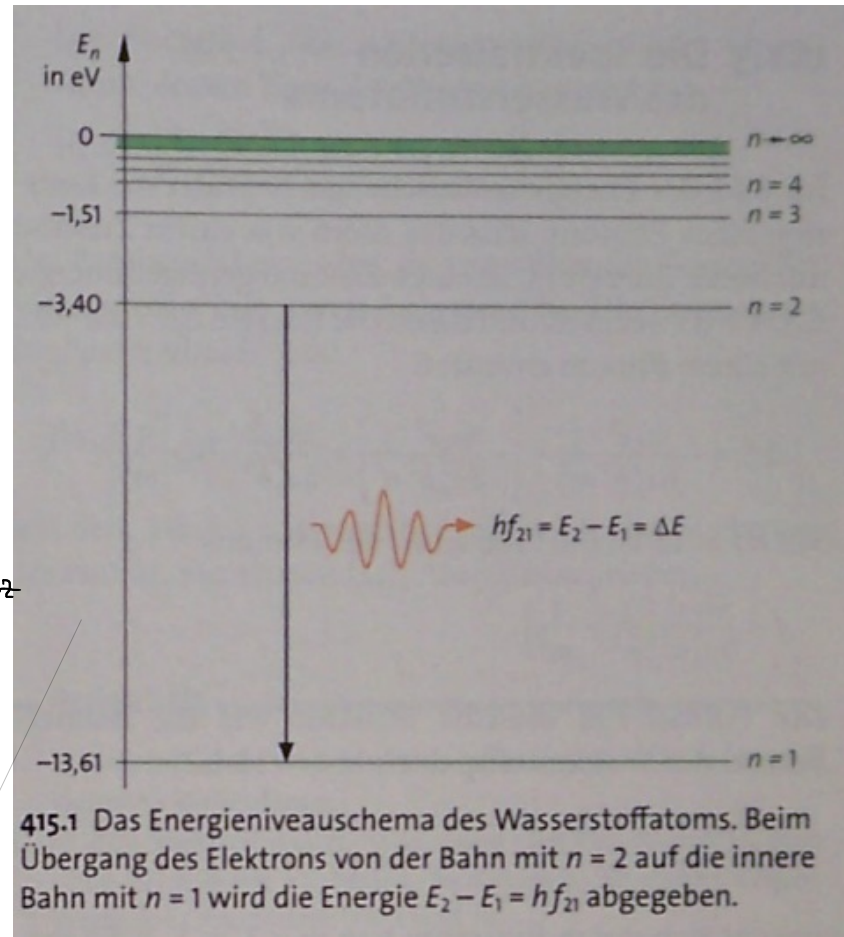
$$\Rightarrow f = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

"Ionisierungsenergie / -photon"

entspricht exakt dem experimentell bestimmten Wert!

3)

$$r_1 = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m e^2} = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m} = \text{Atomradius} \\ (= 0,53 \text{ \AA})$$



3. Berechnen Sie das Verhältnis von Coulomb-Kraft und Gravitationskraft zwischen Elektron auf der ersten Bahn und Kern in einem Wasserstoffatom.
- \*4. Bestimmen Sie die Umlauffrequenz des Elektrons auf der ersten Bahn im Wasserstoffatom. Vergleichen Sie das Ergebnis mit der Frequenz des Photons, das für die Ionisierung eines Wasserstoffatoms im Grundzustand benötigt wird.

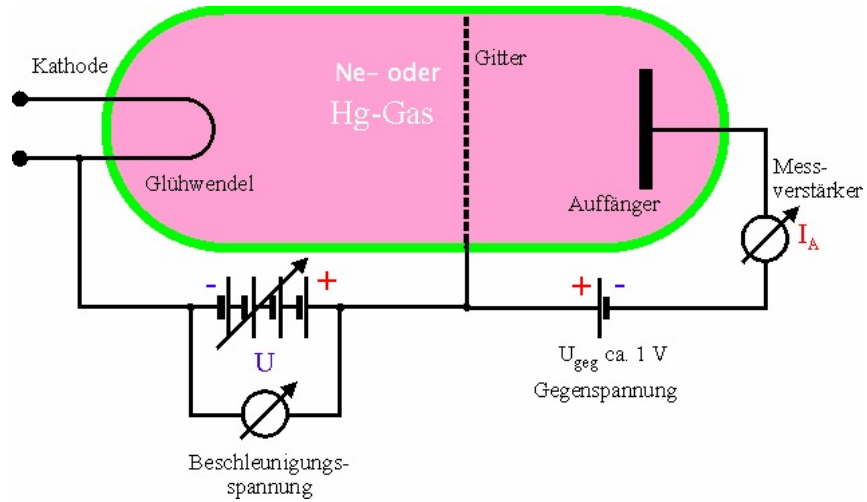
Wikipedia:

Atomar <sup>[2]</sup>	
Atommasse	1,008 (1,00784–1,00811) <sup>[3]</sup> u
Atomradius (berechnet)	25 (53) pm
Kovalenter Radius	31 pm
Van-der-Waals-Radius	120 pm
Elektronenkonfiguration	1s <sup>1</sup>
1. Ionisierungsenergie	1312 kJ/mol

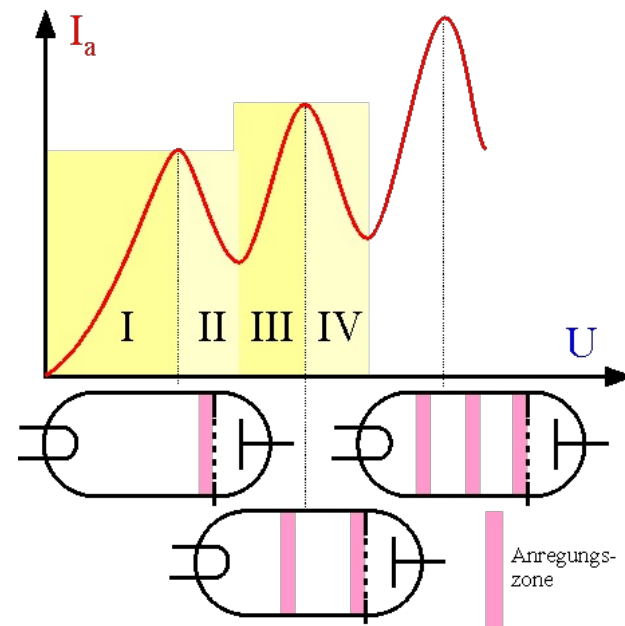
$$\Rightarrow E_{\text{Atom}} = \frac{1312 \text{ kJ}}{6 \cdot 10^{23}} = 13,67 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow f = \frac{E_{\text{Atom}}}{h} = 3,3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

# Der Franck-Hertz-Versuch



Man regelt langsam und gleichmäßig die Beschleunigungsspannung hoch und beobachtet den Auffängerstrom. Das Ergebnis zeigt nebenstehende Grafik.



Deutung im Detail (im Exp. wurde statt Quecksilber **Neon** verwendet):

#### Bereich I:

Mit wachsender Beschleunigungsspannung erreichen pro Zeiteinheit immer mehr Elektronen die Anode und besitzen genügend Energie, um durch das Gegenfeld zum Auffänger zu gelangen. Die Elektronen stoßen auf ihrem Weg zwar mit Quecksilberatomen zusammen, **die Stöße sind aber elastisch**, so dass die Elektronen wegen der großen Masse ihrer Stoßpartner keine Energie verlieren.

#### Bereich II:

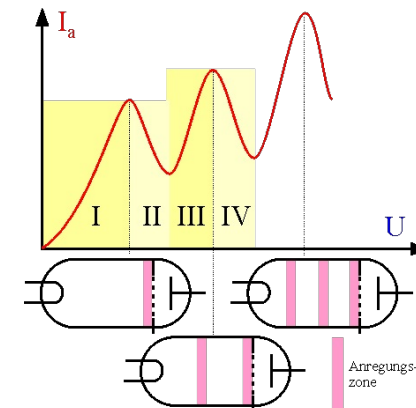
Haben die Elektronen eine **bestimmte kinetische Energie erreicht**, so nimmt die Anzahl der Elektronen, die in der Zeiteinheit zum Auffänger gelangen, stark ab. Ein Teil der Elektronen hat offensichtlich nicht mehr genügend Energie, um das Gegenfeld zu durchlaufen. Dies kommt dadurch zustande, dass ein solches Elektron nun **in der Lage ist, ein Quecksilberatom**, mit dem es in Wechselwirkung getreten ist, **auf den nächsthöheren Energiezustand zu heben**, dabei aber seine gesamte **kinetische Energie verliert**. Da diese Elektronen offensichtlich keine Energie mehr aufnehmen, muss die Zone, in der diese inelastischen Stöße stattfinden, unmittelbar vor dem Gitter liegen.

#### Bereich III:

Steigert man die Beschleunigungsspannung  $U$ , so verlagert sich die Zone unelastischer Stöße (Anregungszone) in Richtung zur Kathode hin, die stoßenden Elektronen erreichen bis zur Anode wieder genügend Energie, um zum Auffänger zu gelangen, aber nicht genügend, um ein weiteres Quecksilberatom anregen zu können. Der Auffängerstrom steigt wieder an.

#### Bereich IV:

Der zweite Abfall des Auffängerstroms tritt ein, wenn die unelastischen Stöße etwa in der Mitte zwischen Kathode und Gitter erfolgen und die **Elektronen unmittelbar vor der Anode wieder genügend Energie besitzen, um eine zweite Anregung durchzuführen**. . .



# Die Resonanzabsorption

Beschreibung:

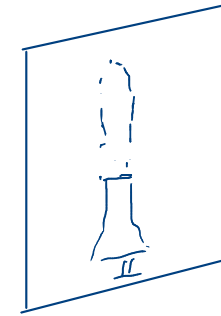


Na-Dampflampe

NaCl



Brenner



Schatten

Beobachtung: Zunächst kein Flammenschatten, mit Salz Schatten erkennbar; glztg. färbt sich die vormals blaue Flamme gelb  
Das Licht einer Leuchtstoffröhre erzeugt keinen Schatten der Flamme.

Erklärung: Die Photonen der Na-Lampe können den Na-Dampf in der Flamme anregen, d.h. Elektronen des Na auf ein höheres Energieniveau heben - sie werden also absorbiert => Schatten  
Nach kurzer Zeit regen sich die Atome des Na-Dampfes wieder ab und emittieren Photonen gleicher Energie, allerdings in alle Richtungen => Flamme leuchtet (Na-) gelb, Schatten bleibt

(Zusätzlich werden einige Na-Atome in der Flamme (durch kin. Energie der in der Flamme enthaltenen Teilchen) zum Leuchten angeregt; Emission wiederum in alle Richtungen)

## Kernphysik - Radioaktivität


Was sind X-Strahlen ("x-rays")? Wer hat sie wann entdeckt?

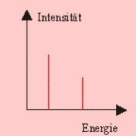
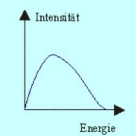
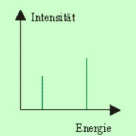
Wer hat die Radioaktivität entdeckt? Wann? Wie?

Wofür erhielt Marie Curie einen Nobelpreis?

Wodurch wurde ihre Tochter bekannt?

Welche Arten radioaktiver Strahlung unterscheidet man? Welche physikalischen Eigenschaften haben sie (Masse, Zusammensetzung, Wechselwirkung mit elektr. und magn. Feldern, Durchdringungsfähigkeit usw.)?

Grundwissen	<b>Eigenschaften der natürlichen radioaktiven Strahlung</b>	
-------------	---	---

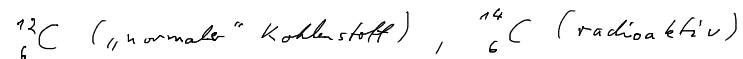
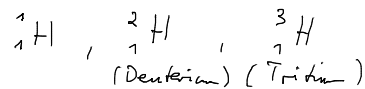
	<b><math>\alpha</math>-Strahlung</b>	<b><math>\beta</math>-Strahlung</b>	<b><math>\gamma</math>-Strahlung</b>
Identität	Heliumkerne	Elektronen	elektromagnetische Strahlung
Geschwindigkeit	ca. 10% von c	ca. 90% von c	Lichtgeschwindigkeit c
Ladung	+2e	-e	---
Ablenkbarekeit im Magnetfeld	nur schwer ablenkbar (relativ kleine spez. Ladung)	leicht ablenkbar (relativ hohe spez. Ladung)	nicht ablenkbar
Spezifisches Ionisationsvermögen <sup>1)</sup>	sehr hoch	mittel	gering
Reichweite in Luft	einige Zentimeter	einige Dezimeter	mehrere Meter
Abschirmung möglich durch:	Papier	einige Millimeter dickes Aluminium	Blei
Energiespektrum	diskret 	kontinuierlich 	diskret 
Vorgang im Kern	Zwei Neutronen und zwei Protonen bilden ein $\alpha$ -Teilchen, das emittiert wird	Ein Kernneutron wandelt sich in ein Kernproton und ein Elektron das emittiert wird. <sup>2)</sup>	Kern geht von angeregtem Zustand in einen niederenergetischen Zustand
Beispiel für Zerfallsgleichung	${}^{224}_{88}\text{Ra} \xrightarrow{\alpha} {}^4_2\text{He} + {}^{220}_{86}\text{Rn}$	${}^{214}_{82}\text{Pb} \xrightarrow{\beta^-} {}^0_{-1}\text{e} + {}^{214}_{83}\text{Bi} + {}^0_0\bar{\nu}_e$	${}^{218}_{84}\text{Po}^* \xrightarrow{\gamma} {}^{218}_{84}\text{Po} + {}^0_0\gamma$ <sup>3)</sup>

$${}^A_Z X$$

$A = \text{Massenzahl} = \text{Anzahl } p + \text{Anzahl } n$   
 ( $p = \text{Proton}, n = \text{Neutron}$ )

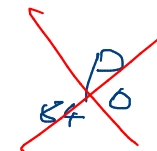
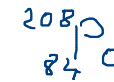
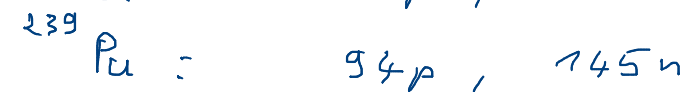
Bsp.:  ${}^4_2\text{He}$

$Z = \text{Kernladungszahl} = \text{Anzahl } p$

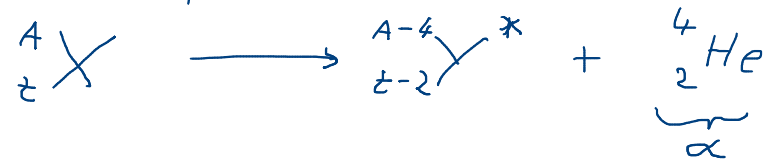




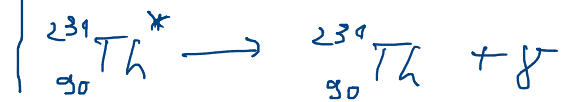
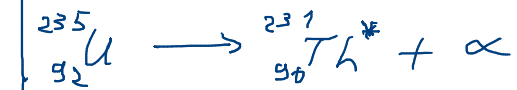
Bestimme die Anzahl der Protonen und Neutronen für folgende Nuklide:



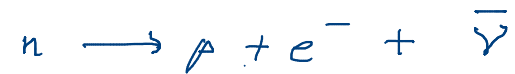
$\alpha$  - Zerfall:



Bsp.:



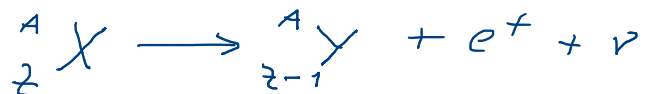
$\beta^-$  - Zerfall:



$\nu$  = Neutrino

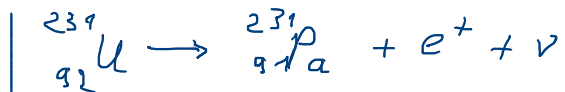
$\bar{\nu}$  = Antineutrino

$\beta^+$  - Zerfall:



$e^+$  = Positron

(Antiteilchen des  $e^-$ )



Zerfallsreihe von  $^{238}\text{U}$  :



HA: Zerfallsreihe  $^{235}\text{U}$