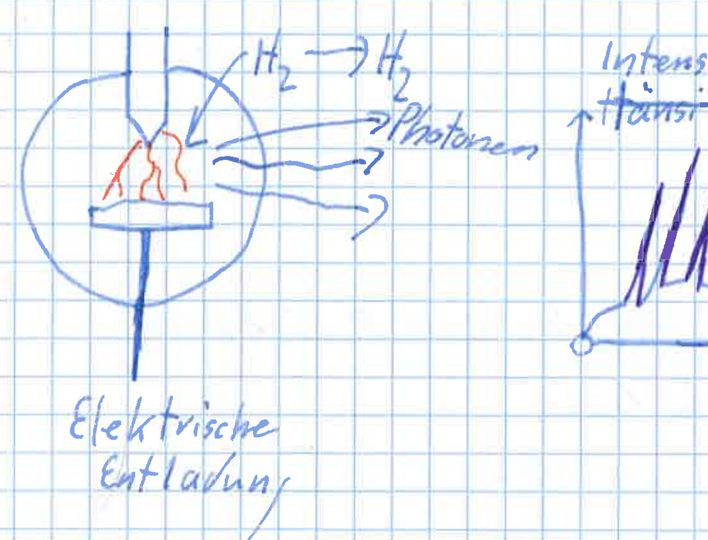
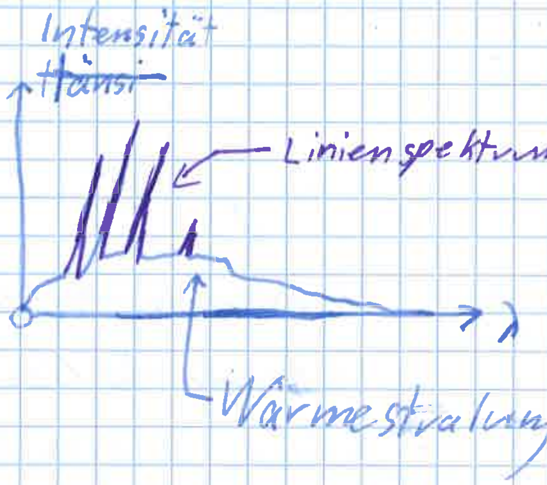
Das Borsche Atommodell



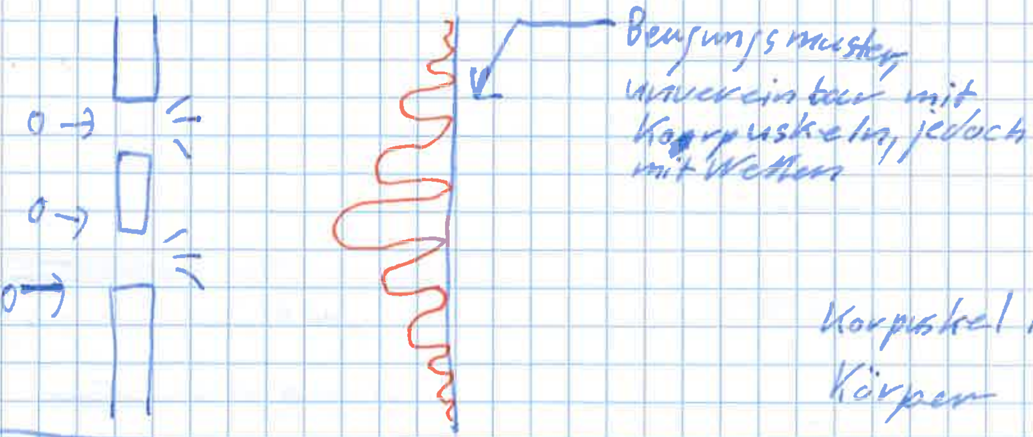


Linienspektren: • Energie wird „Paketweise" als Photonen (Lichtquanten) abgegeben.

• Es scheint, als ob atomare Teilchen nur in charakterist. „Energiepaketen" abgeben.

Wellennatur von Korpuskeln

→ de Broglie



Korpuskel ist ein kleiner Körper

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{p}}$$

de Broglie Gleichung ← DMK / DPK

λ: Wellenlänge d. Korpuskel

p: Impuls (Betrag) d. "

h: Planksche Konstante

Energie von Photonen: $\boxed{E_{ph} = hf = \frac{hc}{\lambda}}$

Bohr hat gesagt, dass Wellennatur der Elektronen in jedem realistischen Atommodell „eingebaut" sein muss.

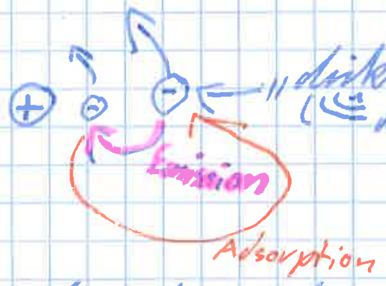
Wie hat es Bohr gemacht?

Seine Idee: Elektronen bilden auf Kreisbahnen stehende Wellen.

$\Rightarrow$ Es bilden sich ~~Wellen~~ unendlich viele stehende Wellen, aber auf unterschiedl. Kreisbahnen. (Eine pro Kreisbahn)

Bohrsche Postulate (Skript S. 92)

1. Postulat: Erklärt Linienspektren



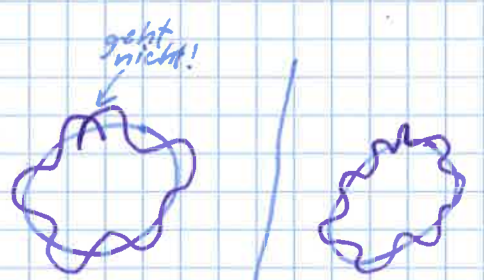
„diskreter" Energiezustand (d.h. nur bestimmte Werte angenommen werden können)

Elektronen besetzen diskrete Energieniveaus, zwischen denen können sie wechseln durch

Emission / adsorption } eines Photons der ~~richtigen~~ „richtigen Energie"

Linienspektren

2. Postulat: Prinzipiell Aussage, dass Kreisumfang ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge sein soll, aber etwas anschaulich formuliert.



Es ist keine stehende Welle | So ist's richtig

Kompatible Wellenlänge

$$\underbrace{2\pi r}_{\text{Umfang}} = n \cdot \frac{h}{\underbrace{m_e v}_{\text{Wellenlänge nach Broglie}}}$$

h ← Plancksche Konstante

n → Quantenzahl

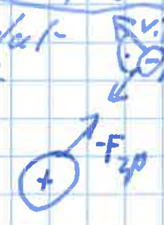
$n \in \mathbb{N}$

Bohr's Schreibweise

$$\underbrace{m_e v r}_{\text{drehimpuls}} = n \underbrace{\hbar}_{\text{reduziertes Plancksche Wirkungsquantum}}$$

reduziertes ~~[illegible]~~ Plancksche Wirkungsquantum: $\hbar = \frac{h}{2\pi}$

Zentripedal-kraft?



Beliebige Kraft, welche einen Körper auf einer Kreisbahn hält.

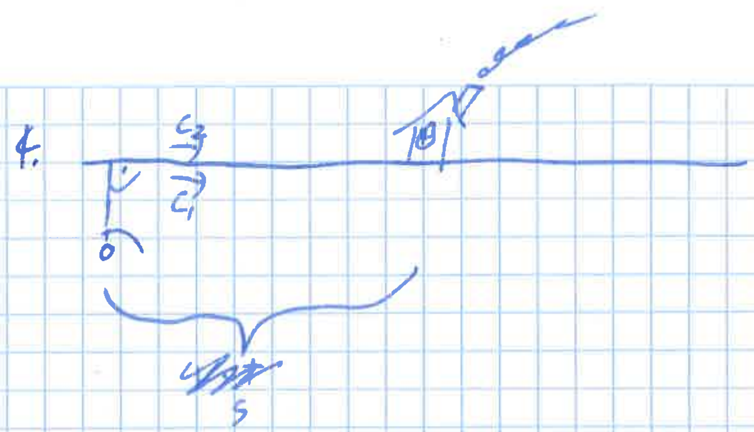
Formel dafür: $F_{zp} = \frac{m_e v^2}{r}$

Coulombkraft

Hier wirkt die elektrostatische Kraft als Zentripedalkraft.

$F_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2}$ +e, -e

4.



$$\left.\begin{array}{l} c_1 \cdot t = s \\ c_2\,(t+60s) = s \end{array}\right\} =$$

$$c_1 \cdot t = c_2\,(t+60s) \quad |:c_2 \quad |-t$$

$$\frac{c_1}{c_2}t - t = 60s$$

$$t\left(\frac{c_1}{c_2} - 1\right) = 60s$$

$$t = \frac{60s}{\frac{c_1}{c_2}-1} = \frac{60s}{\frac{6}{3,5}-1} = 84s \;\rightarrow s = 6\,\frac{km}{s}\,84s = \underline{504\,km}$$

5. a) $c = 343\,\frac{m}{s}$

Erläuterung: Wegen der unterschiedl. Weglängen sind die Wellen gegeneinander verschoben.

$$\Delta s = 6m - 4{,}5m = 1{,}5m$$

wieviele λ

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{343}{440}\,m = 78\,cm$$

$$\frac{\Delta s}{\lambda} = \frac{150\,cm}{78\,cm} = 1{,}92 \approx 2$$

Weil nahezu ganzzahlig → Konstruktive Interferenz

6. Für $B > 0$ ist das die Bewegungsgleichung einer harmonischen Schwingung.

$$a = -\omega^2 x$$

In unserem Fall

$$\omega^2 = \frac{B}{m}$$

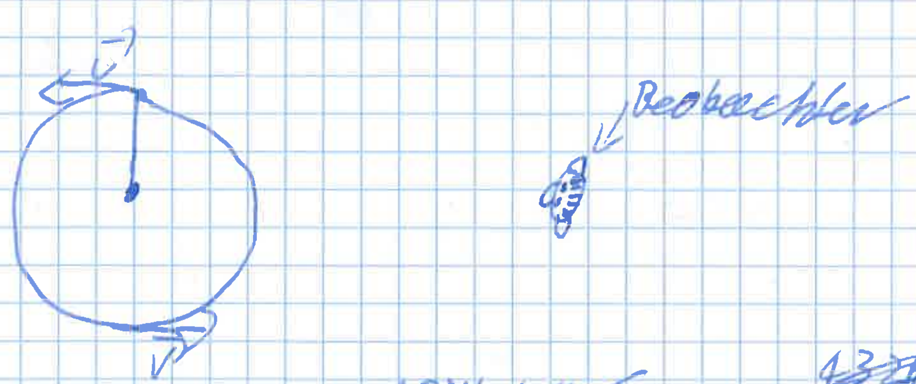
$\boxed{B > 0}$ ← muss!

7. Es ist $a = -\underbrace{\left[\frac{g}{l} + \frac{20}{m}\right]}_{\omega^2} x$

Somit $\omega = \sqrt{\frac{g}{l} + \frac{20}{m}} = \sqrt{\frac{9{,}81\frac{m}{s^2}}{0{,}65m} + \frac{2 \cdot 14\frac{N}{m}}{1{,}8kg}} = \underline{5{,}5\,Hz}$

jede harmonische Schwingung kann als eine projektierte Kreisbewegung aufgefasst werden.

9.



$432\,Hz < f < 448\,Hz$

$$f_{nähern} = 440\,Hz\,\frac{343+0}{343-v} = \underline{448\,Hz}$$

v ← $6{,}1\,\frac{m}{s}$

$$f_{entfernen} = 440\,Hz\,\frac{343-0}{343+v} = \underline{432\,Hz}$$

v ← $6{,}1\,\frac{m}{s}$

$$\boxed{v} = \frac{45 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r}{60s} = 6{,}1\,\frac{m}{s} \qquad r \approx 1{,}3m$$

10. $\frac{\lambda_E}{\lambda_S} = 3 \Rightarrow \sqrt{\frac{c+v}{c-v}}$ | quad. + gleichnamig machen

$$\frac{9\cdot(c-v)}{(c-v)} = \frac{(c+v)}{(c-v)}$$

$$9c - 9v = c + v \quad | -c + 9v$$

$$10v = 8c$$

$$v = 0{,}8c = 2{,}4 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$$

$3\cdot 10^8 \frac{m}{s}$

11. $\lambda = 1nm = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{10^{-9}}\, Ns$$

$$= 6{,}63\cdot 10^{-25}\, Ns$$

$$v = \frac{p}{m_e} = \frac{6{,}63\cdot 10^{-25}}{9{,}11\cdot 10^{-31}}\, m/s = 728 \frac{km}{s}$$

m_e ← elektronenmasse

Elektronenbahnen im Bohrschen Atom

Z: Kernladungszahl

$Z \cdot e$

elementarladung

m_e

$Z=1 \in$ H-Atom
$Z=2 \in He^{+}$-Ion
$Z=3 \in Li^{2+}$-Ion
} nur 1 Elektron

(Z = die Ordnungszahl d. Stoffes im Periodensystem)

Kräftegleichgewicht:

Zentripetalkraft → Kraft, die Körper auf Kreisbahn hält.

$$F_{zp} = \frac{m_e v^2}{r}$$

die Coulombkraft „ist" hier F_{zp}

Formel für Coulombkraft

$$F_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{Ze\cdot e}{r^2}$$

ε_0 ← elektr. Feldkonstante

Nun gilt $F_C = F_{zp}$

$$\frac{m_e v^2}{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\,\frac{Ze^2}{r^2}$$

$$4\pi\varepsilon_0 r m v^2 = Ze^2$$

Diese Größen sind miteinander verknüpft über d. 2. Bohrsche Postulat

$$\frac{h}{p} = \lambda = \frac{2\pi r}{n}$$

n ← Quantenzahl

Aus diesen 2 Gleichungen ergibt sich folgendes:

Jeder stationäre Zustand hat einen bestimmten Bahnradius

$r_n = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi e^2 m_e}\cdot n^2$, $Z=1$ $\qquad v_n = \frac{e^2}{2\pi n h \varepsilon_0}$, $Z=1$

Auch die Energie (d. Elektrons) ist quantisiert.

Fazit:

Quantentheorie → Wellennatur d. Elektronen

Elektronen ... bilden stehende Wellen

↳ Bohr: Stehende Wellen auf Kreisbahnen

↳ Schrödinger Heisenberg: Orbitale

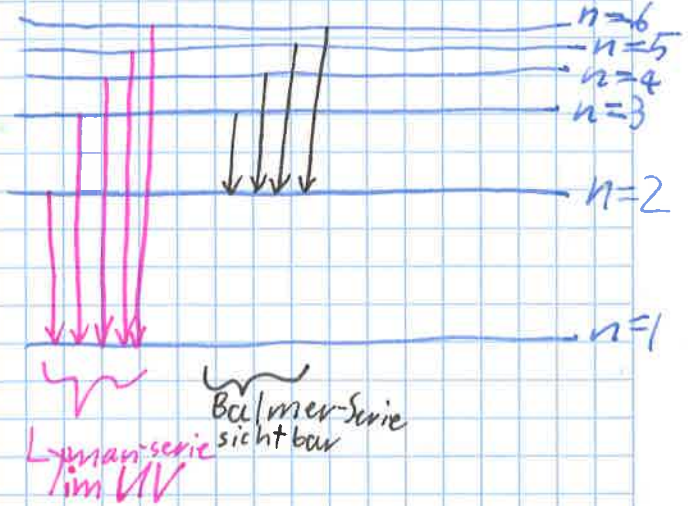
Auch Energieniveaus d. Elektronen sind quantisiert.

$E_n \propto -\frac{1}{n^2}$

Energieniveau

freies Elektron
hier keine Quantisierung

← $E=0$
Ionisationsgrenze



12. a) $f = 440\,Hz = \frac{1}{l}\sqrt{\frac{F}{4\mu}}$

$f^2 = \left(\frac{1}{l}\right)^2 \frac{F}{4\mu} \quad | \cdot 4l^2$

$\underbrace{4l^2f^2}$

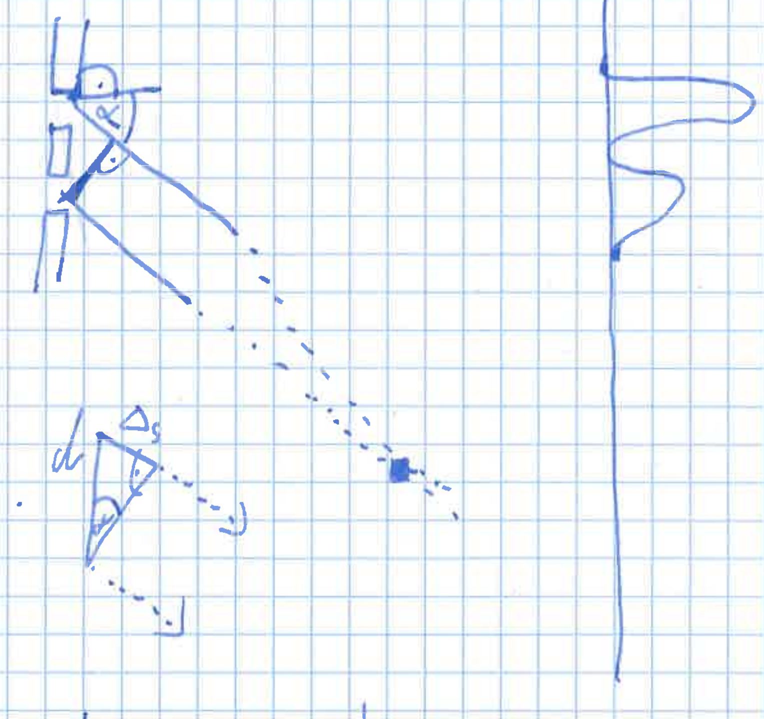
$(2lf)^2 = \frac{F}{\mu}$

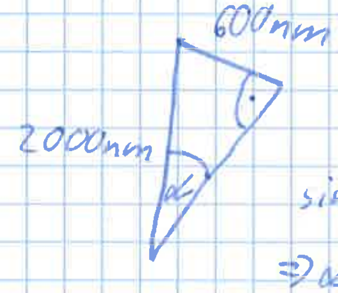
$\mu = \frac{F}{(2lf)^2} = \frac{40\,N}{(2\cdot 0{,}9\,m \cdot 440\,Hz)^2} = 81\,\frac{mg}{m}$ milligramm

b) $l_1 = \frac{l}{3} \rightarrow f_1 = \frac{1}{\frac{l}{3}}\sqrt{\frac{F}{4\mu}} = \frac{3}{l}\sqrt{\frac{F}{4\mu}} = 3f = 3\cdot 440\,Hz = 1320\,Hz$

c) $l_2 = \frac{2l}{3}$ $\quad f_2 = \frac{3}{2l}\sqrt{\frac{F}{\mu\cdot 4}} = \frac{3}{2}f = \frac{3}{2}\,440\,Hz = 660\,Hz$

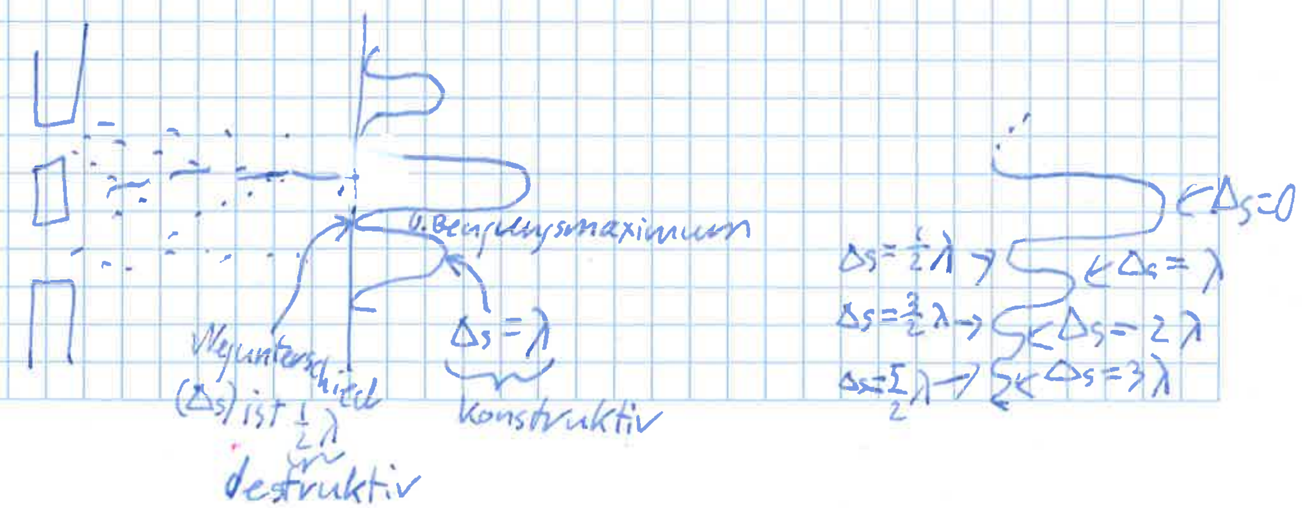
13.





$\sin\alpha = \frac{600nm}{2000nm}$

$\Rightarrow \alpha = 17°$



1. $f = 0{,}60\,Hz$

$t = 2 = T = 2\,s$

$$\cancel{f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{mgl^2 + ms}{12\,mgs}}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\cancel{3g}\,\cancel{l}}{2l\left(l+\frac{1}{2}\right)}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{mg\cdot\frac{l}{2}}{\frac{ml^2}{12}+\frac{ml^2}{4}}} \Rightarrow (2\pi f)^2 = \frac{g\frac{\cancel{l}}{2}}{l^{\cancel{2}}\left(\frac{4}{12}\right)} = \frac{g}{2l\cdot\frac{1}{3}} = \frac{g}{\frac{2}{3}l}$$

$$l = \frac{\frac{2}{3}(2\pi f)^2}{g} = \cancel{0{,}47\,m}\ \underline{97\,cm}$$

2. a) $\hat{y} = 2\,\mu m$

b) $\lambda = \frac{1}{2\cdot 10^6} = \underline{0{,}5\,\mu m}$

c) $\omega =$

d) $\cancel{f = \frac{\omega}{2\pi}}$ $f = \frac{\omega}{2\pi}$

e) $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \underline{1{,}26\cdot 10^6\,m^{-1}}$

3. a) $\hat{y} = 0{,}23\,mm$

b) $\omega = 800\,s^{-1}$

c) $f = \frac{\omega}{2\pi} = 127\,Hz$

d) $\hat{v} = \omega \cdot \hat{y} = 0{,}18\,\frac{m}{s}$

e) $\hat{a} = \omega^2 \cdot \hat{y} = 147\,m/s^2$

4. $v_p = 60\,\frac{km}{s} = 60000\,\frac{m}{s}$

$v_s = 3{,}5\,\frac{km}{s} = 3500\,\frac{m}{s}$

$\Delta t = 60\,s$

$s = v_p \cdot t$

$s = v_s \cdot (t + \Delta t)$

$\frac{v_p \cdot t}{v_s} = t + 60\,s$

$\frac{6\,\frac{km}{s} \cdot t}{3{,}5\,\frac{km}{s}} = t + 60\,s$

7. $l = 0{,}65\,m$ $\quad g = 9{,}8\,\frac{m}{s^2}$

$m = 1{,}8\,kg$ $\quad f = ?$

$D = 14\,\frac{N}{m}$

$F = m \cdot a = -\left[\frac{mg}{l} + 2D\right] \cdot x$

9. $\frac{2\pi r}{60\,s}$ $\quad f = 440\,Hz$

$r = 1{,}3\,m$ $\quad 6{,}1\,s^{-1} = \omega$ $\quad v = \omega \cdot r = 8\,\frac{m}{s}$

$c = 343\,m/s$

$f_1 = f\,\frac{c+0}{c-v} = 450\,Hz$

$f_2 = f\,\frac{c-0}{c+v} = 430\,Hz$

10. $3^2 = \frac{c+v}{c-v}$

$\frac{9(c-v)}{(c-v)} = \frac{c+v}{c-v} \Rightarrow 0 = c + v - 9c + 9v \Rightarrow 8c = 10v$

$\Rightarrow 0{,}8 \cdot 3 \cdot 10^8 = 2{,}4 \cdot 10^8\,\frac{m}{s}$

14. $\lambda_1 = 470\,nm$

$f_1 = f_2$

$\lambda_2 = \lambda_1 \frac{n_1}{n_2} = 313,3\,nm$

$\underline{\underline{156,6\,nm}} = \Delta s = \frac{\lambda_2}{2}$ ← destruktiv

$\frac{c_1}{\lambda_1} = \frac{c_2}{\lambda_2}$

$\frac{c_1}{c_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$

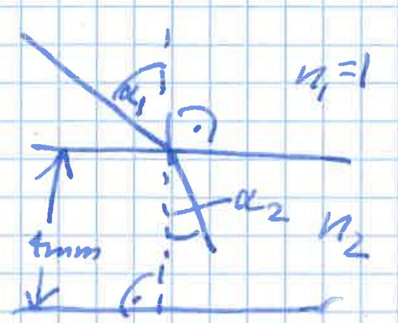
15. Man beobachtet eine akustische Schwebung (period. An- & Abschwellen d. Lautstärke)

$f_{Schwebung} = |f_1 - f_2| = \underline{\underline{4\,Hz}}$

16. $\omega_1 = \sqrt{\frac{2\cdot 9}{3}}\,Hz = \sqrt{6}\,Hz = \underline{\underline{2,45\,Hz}}$

$\omega_2 = \sqrt{\frac{2\cdot 16}{3}}\,Hz = \underline{\underline{3,27\,Hz}}$

17. a)



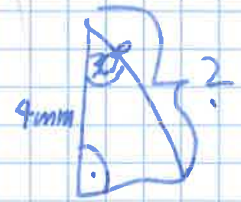
$\alpha_1 = 49°$

$\alpha_2 = 30°$

$\frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} = \frac{n_2}{n_1} \xrightarrow{n_1=1} n_2 = \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2}\cdot n_1$

$\underline{\underline{n_2 = 1,51}}$

b)

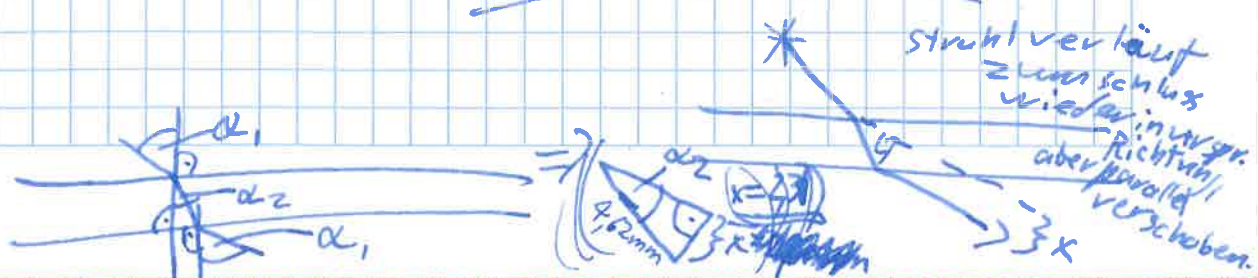


$\Delta s = \frac{4\,mm}{\cos 30°} = \underline{\underline{4,62\,mm}}$

c) $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{\lambda_1 \cdot n_1}{n_2}$

$\underline{\underline{\lambda_2 = 397,35\,nm}}$

d)



18. Einsteinsche Formel

$$E_{ph} = \underbrace{W}_{\text{Austrittsarbeit}} + E_{kin}$$

$$E_{ph} = W + \frac{1}{2} m_e v^2 \quad \Big| -W \;\Big| \cdot 2 \;\Big| : m_e \;\Big| \sqrt{}$$

$$v = \sqrt{\frac{(\overbrace{E_{ph}}^{h\cdot f} - W)\cdot 2}{m_e}}$$

Planckches Wirkungsquantum

$$v = \sqrt{\frac{2}{m_e}\left(\frac{hc}{\lambda} - W\right)} = \sqrt{\frac{2}{9{,}1\cdot 10^{-31}}\left(\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^{8}}{550\cdot 10^{-9}} - 1{,}4\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\right)}\ \frac{m}{s}$$

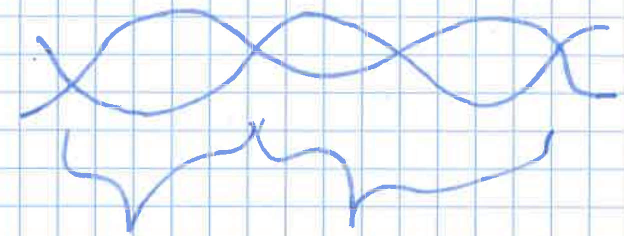
$$v = 549\ \frac{km}{s}$$

Aufg.: Kundtsches Rohr

$f = 1\,kHz$

wie schnell breitet sich d. Schall im Gas aus.

Lsg: $c = \lambda f$, $\lambda = 8\,cm$



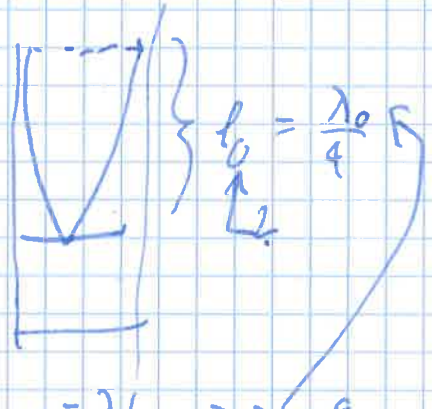
$$c = 0{,}08\,m \cdot 1000\,Hz = \underline{\underline{80\ \frac{m}{s}}}$$

3.

"Rohr an einem Ende geschlossen.
~~Beche~~ Bei welcher Höhe l ist die
Luftsäule zum
a) 1. Mal (Grundton)
b) 2. Mal (1. Oberton)
in Resonanz mit d. Stimmgabel?
$c = 340 \frac{m}{s}$

Lsg.:

a)

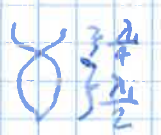


$l_0 = \frac{\lambda_0}{4}$

$c = \lambda f \longrightarrow \lambda_0 = \frac{c}{f}$

$l_0 = \frac{c}{4f} = 0{,}193\,m = \underline{\underline{19{,}3\,cm}}$

b)



$l_1 = \frac{3}{4}\lambda_1 = \frac{3c}{4f} = 3\,l_0 = 0{,}5795\,m = \underline{\underline{58\,cm}}$

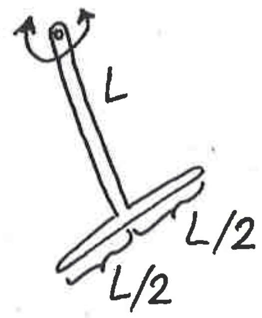
Übung „Schwingungen und Wellen"

1.) Eine Schwingung wird mathematisch wie folgt beschrieben:

$$y(t) = 27\,\mu m \sin\left(\frac{t}{31\,ms} + \pi/4\right)$$

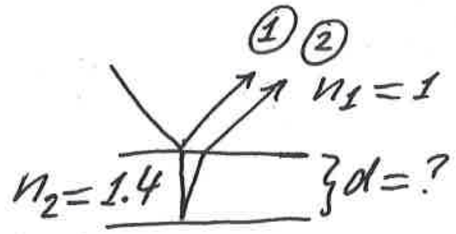
a) Wie gross ist die Amplitude der Schwingung?
b) Wie gross sind Frequenz und Kreisfrequenz der Schwingung?

2.) Ein T-förmiges Stück Metall ist an einem Nagel aufgehängt. Siehe nebenstehende Skizze!
Es sei $L = 8.0\,cm$.
Die Masse sei $84\,g$.



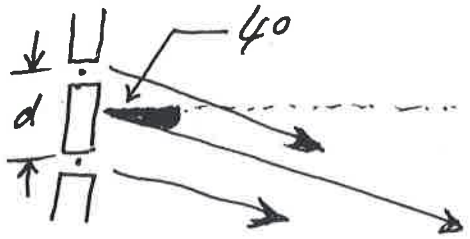
a) Wie gross ist das Massenträgheitsmoment für eine Drehachse gemäss Skizze?
b) Mit welcher Frequenz schwingt das Metallstück im Schwerefeld der Erde? ($g = 9.8\,m/s^2$).

3.) Ein Lichtstrahl mit Wellenlänge 600 nm wird an einer Schicht der Dicke d mit Brechzahl 1.4 auf der Oberseite reflektiert (1) und auf der Unterseite reflektiert (2). Wie gross muss d sein, damit zwischen den Strahlen eine Phasenverschiebung von π ~~/2~~ (destruktive Interferenz) vorliegt? Der in der Schicht von (2) zurückgelegte Weg sei $\approx 2d$.



4.) Wie schnell muss sich eine Schallquelle mit $f = 440\,Hz$ einem ruhenden Beobachter nähern, damit dieser den Schall mit einer Frequenz von $450\,Hz$ wahrnimmt? Es sei $c = 340\,m/s$.

5.) Strahlung mit $\lambda = 600\,nm$ durchdringt einen Doppelspalt.



Wie gross muss der Abstand d zwischen den Spalten sein, damit man das 1. Intensitätsmaximum im Beugungsmuster für einen Beugungswinkel von $4°$ erhält?

6.) Eine harmonische Welle wird mathematisch dargestellt wie folgt:

$$y(x,t) = 40\,\mu m \sin\left(\frac{x}{21\,\mu m} - \frac{t}{110\,ms}\right)$$

Bestimme

a) Amplitude

b) Wellenlänge

c) Frequenz

d) Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle.

Übung zu Schwingungen & Wellen

1.) a) $\hat{y} = \underline{\underline{27\,\mu m}}$

b) $y(t) = \ldots \frac{t}{31\,ms}$

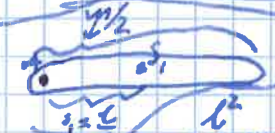
$\underbrace{\omega}_{} = \frac{1}{0{,}031\,s} = 32\,Hz$ $\quad 0{,}031^{-1}$ $\quad \omega t = \frac{t}{31\,ms}$ milli sek.

Koeffizientengleichung

$\omega = 2\pi f = 32{,}26\,Hz$ $\quad 0{,}031^{-1}$

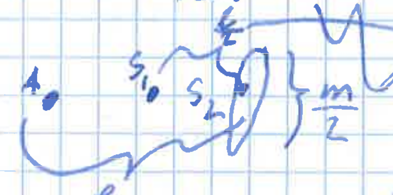
$\underline{f = 5{,}1\,Hz}$

2.a)



Satz v. Steiner

$J_1 = \frac{m}{2}\left(\frac{l^2}{12}\right) + \frac{m}{2}\cdot\left(\frac{l}{2}\right)^2 = ml^2\left[\frac{1}{24} + \frac{1}{8}\right] = \frac{ml^2}{6}$

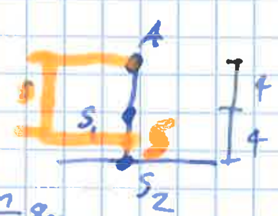


$J_2 = \frac{m}{2}\cdot\frac{l^2}{12} + \frac{m}{2}l^2 = ml^2\left[\frac{1}{24} + \frac{1}{2}\right] = \frac{13}{24}ml^2$

$J = J_1 + J_2 = \left[\frac{1}{6} + \frac{13}{24}\right]ml^2 = \underline{\frac{17}{24}ml^2} = \frac{17}{24}\cdot 0{,}084\cdot 0{,}08^2\,kg\cdot m^2$

$\underline{\underline{= 3{,}808\cdot 10^{-4}\,kg\cdot m^2}}$

$\omega = \sqrt{\frac{mgs}{J}}$



$s = ?$

$s = \frac{\frac{m}{2}4\,cm + \frac{m}{2}8\,cm}{\frac{m}{2} + \frac{m}{2}} = 6\,cm$

$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\underbrace{\sqrt{\frac{mgs}{J}}}_{\omega} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{0{,}084\cdot 9{,}8\cdot 0{,}06}{3{,}808\cdot 10^{-4}}}\,Hz = \underline{\underline{1{,}8\,Hz}}$

3.) $\Delta\varphi = \pi \; (\hat{=} 180°)$

$2d = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow d = \frac{\lambda}{4}$ ← Medium ②

$\lambda_1 = 600\,nm$

$\lambda_2 = ?$

Es ist

$f_1 = f_2$

$\frac{c_1}{\lambda_1} = \frac{c_2}{\lambda_2}$

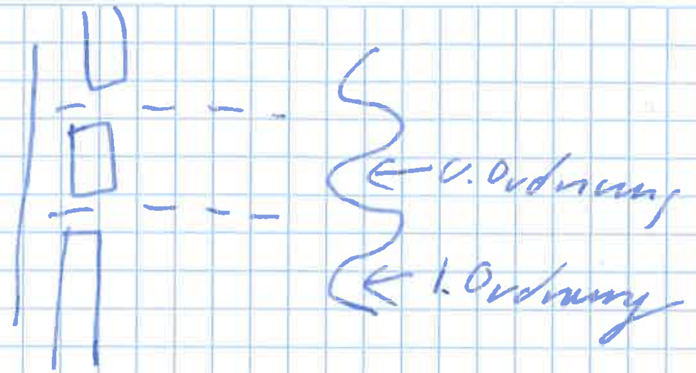
$\uparrow \lambda_2$?

$\lambda_2 = \frac{c_2}{c_1}\lambda_1 = \lambda_1 \frac{n_1}{n_2}$ $\left(\left(\frac{n_1}{n_2} = \frac{c_2}{c_1}\right)\right)$

$= 600\,nm \cdot \frac{1}{1,4}$

$d = \frac{\lambda_2}{4} = \frac{600\,nm}{4 \cdot 1,4} = 107\,nm$

5.



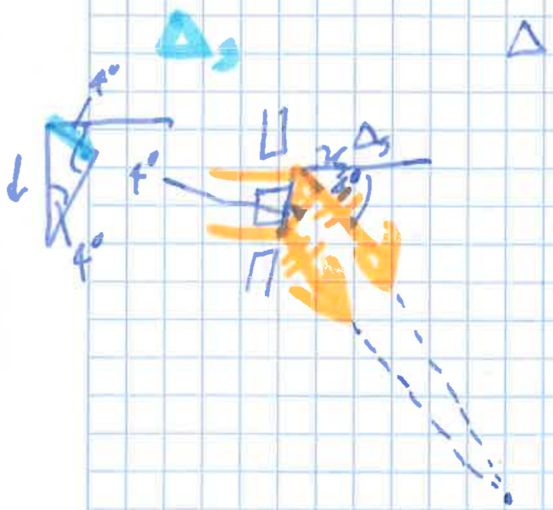
Beugungsmuster

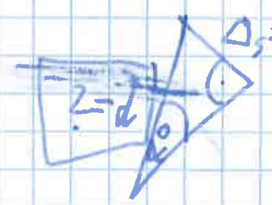
nullter Ordnung (keine Beugung)

$\Delta\varphi = 0$

Beugungsmax. 1. Ordnung → $\Delta\varphi = 2\pi$

$\Delta s \overset{!}{=} \lambda$





$\Delta s = \lambda = 600\,nm$

$\sin 4° = \frac{\lambda}{d} \rightarrow d = \frac{\lambda}{\sin 4°} = 8,6\,\mu m$

6. a) $\hat{y} = 40\,\mu m$

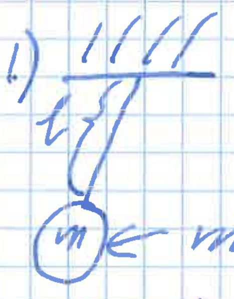
b) $\sin\left(2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right)$

$\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{1}{21\,\mu m} \rightarrow \lambda = 2\pi \cdot 21\,\mu m = 132\,\mu m$

c) $\frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{1}{0,11\,s} \rightarrow f = \frac{1}{0,11\,s \cdot 2\pi} = 1,45\,Hz$

d) $c = \lambda \cdot f = 132 \cdot 10^{-6}\,m \cdot 1,45\,Hz = 1,9 \cdot 10^{-4}\,m/s$

Übungen

1) 

$m = 4\,kg$ $\quad 2r = 10\,cm$ ← Kugel

$l = 60\,cm$

a) Was ist ein mathemat. Pendel?

b) berechne, mit $g = 9{,}810\,\frac{m}{s^2}$ auf 4 signifikante ~~Stellen~~ Ziffern genau Periodendauern als

b.1) mathemat. Pendel

b.2) Phys. Pendel

Lsg

1.a) ~~Pendel~~ Fadenpendel mit: · [redacted] kleinen Amplituden
· masselosem Faden
· punktförmiger Masse

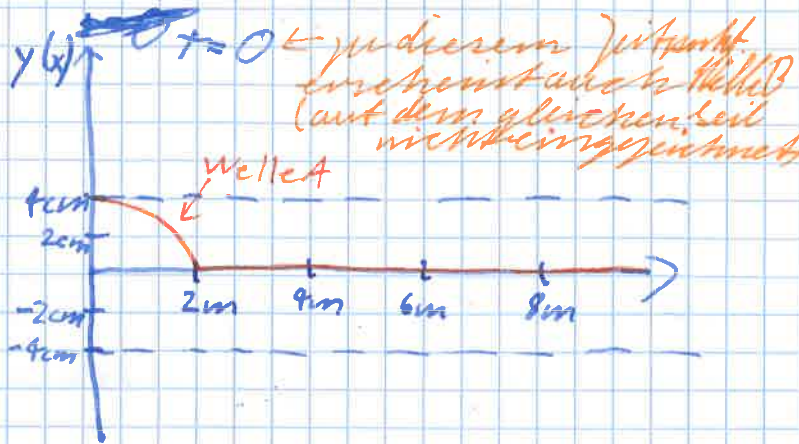
b.1) $T_{math.} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}6}{9{,}8}}\,s = \underline{1{,}554\,s}$

b.2) $T_{phys} = 2\pi\sqrt{\frac{J_S + ms^2}{mgs}}$ $\quad s = l$

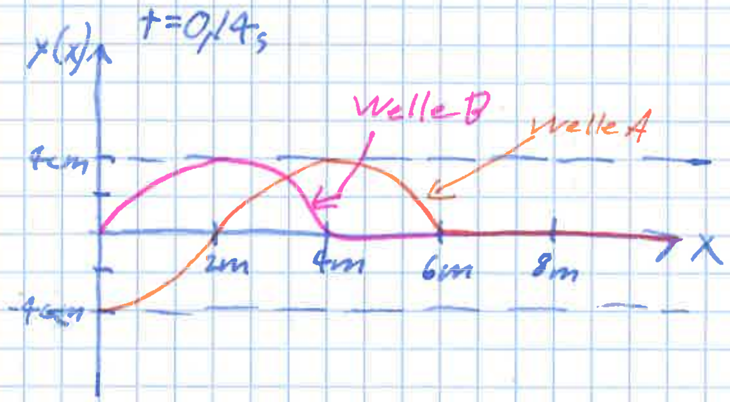
$J_S = \frac{2}{5}mr^2$

$T_{phys} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{2}{5}mr^2 + ms^2}{mgs}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{2}{5}r^2 + s^2}{gs}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{2}{5}0{,}05^2 + 0{,}6^2}{9{,}81 \cdot 0{,}6}} = \underline{1{,}556\,s}$

2.) graph. Darstellung einer mech. Welle auf Seil



Gesucht:
a) Amplitude
b) Frequenz
c) Wellenlänge
d) Ausbreitungsgeschw.
e) zur Zeit t = 0 2. Welle
B. Gesuch Überlagerung v. allg. zu Zeit $t = 0{,}14\,s$



Lsg

a) $\hat{y} = 4\,cm$ ← ablesen

b) $\lambda \cdot f = c$

$f = \frac{c}{\lambda}$ $\quad f = \frac{28{,}57\,m}{8\,m}$

$\Rightarrow f = 3{,}54\,Hz$

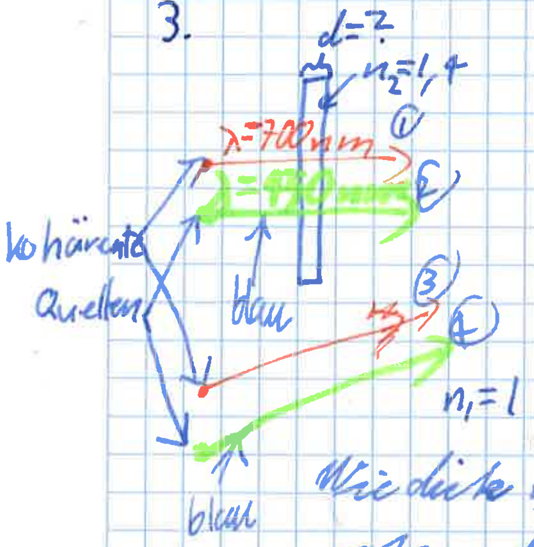
c) $\lambda = 8\,m$ ← ablesen

d) $c = \frac{(6m - 2m)}{(0{,}14s - 0s)} = 28{,}57\,\frac{m}{s}$

e) 

← Funktionen addieren

3.



Wie dick muss die Schicht sein, damit rotes Licht, 1 & 3, um $\frac{\lambda}{2}$ verschoben sind? → destr. Interferenz.

Um wie viele λ sind dann 2 & 4 verschoben?

Lsg

$\boxed{n_2 = 1,4 \quad \lambda_2 = ?}$

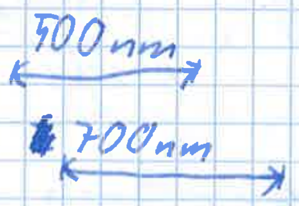
Frequenz gleich

$f = \frac{c_1}{\lambda_1} = \frac{c_2}{\lambda_2} \rightarrow \lambda_2 = \frac{c_2}{c_1}\lambda_1$, $\frac{c_2}{c_1} = \frac{n_1}{n_2}$

$n_1 = 1$

$\lambda_1 = 700\,nm$

$\lambda_2 = \frac{1}{1,4}\,700\,nm = 500\,nm$



$k \cdot 700 = k \cdot 500 + 250$

$200k = 250$

$k = 1,25$

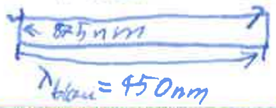
$\rightarrow d = 1,25 \cdot 700\,nm = 875\,nm$

$\approx 0,9\,\mu m$

blau $\lambda_{blau} = 450\,nm$ im Vakuum

$\lambda'_{blau} = \frac{450\,nm}{1,4} = 321\,nm$

$\lambda'_{blau} = 321\,nm$



Drücken Weglänge in Anzahl Wellenlängen aus. ~~1,25·450nm = 562,5nm~~

Vakuum: $n_{Vakuum} = \frac{875\,nm}{\cancel{321\,nm}\ 450\,nm} \approx 1,94$

Schicht: $n_{Schicht} = 875\,nm / 321\,nm = 2,73$

$$\begin{array}{r} 1,94 \\ 2,73 \\ \hline 0,79 \end{array}$$

↳ Verschiebung bei Blau ist 0,79 Wellenlängen (Mittelding zwischen konstruktiv & destruktiv)