Musterprüfung:

Themen:
- Gleichförmige Rotation
- Harmonische Schwingungen
- Wellen
- deBroglie-Wellen

Es sei stets $g = 10 m/s^2$

1.) Wie gross ist die Winkelgeschwindigkeit
a) der Erdrotation ($T = 24h$)?
b) bei einer Drehzahl von 270U/min?

2.) Eine harmonische Schwingung ist deckungsgleich mit der Normalprojektion eines Punktes, der mit konstanter Drehzahl von 325 U/min eine Kreisbahn mit Radius $r = 73$ mm durchläuft. Berechne Frequenz und Amplitude der harmonischen Schwingung.

3.) Wie gross ist die maximale
a) Geschwindigkeit
b) Beschleunigung
bei einer harmonischen Schwingung mit einer Frequenz von 132 Hz und einer Amplitude von 2.6 mm.

4.) Ein Astronaut möchte seine Pendeluhr auf eine Reise zum Mond mitnehmen wo die Gravitation sechs Mal kleiner ist als auf der Erdoberfläche. Wie müsste er Masse und Länge des Pendels verändern, damit seine Uhr auf dem Mond richtig läuft?

5.) Eine Mutter setzt ihren Sohn auf eine Schaukel auf welcher er mit einer Periodendauer von 2.8 s schwingt. Sie zieht ihn 1.3 m seitlich von der Gleichgewichtslage weg und lässt dann los.

Die Schwingung sei harmonisch.

a) Stelle die Schwingung als Funktion der Zeit mathematisch dar.

b) Für die Zeit 1.0s nach dem Loslassen bestimme

b.1) den Phasenwinkel $\varphi(t) = \omega t + \varphi_0$ (in Grad)

b.2) die momentane Auslenkung

b.3) die momentane Geschwindigkeit

b.4) die momentane Beschleunigung

6.) Ein Federpendel besteht aus einer Feder mit $D = 12\,\mathrm{kN/m}$ und einer 4.0kg schweren Masse. Die Masse schwingt mit einer Amplitude von 23mm. Bei welcher momentanen Auslenkung der Masse aus ihrer Gleichgewichtslage ist ihre Bewegungsenergie gleich gross wie die Federenergie?

7.) Bei einer harmonischen Schwingung wird die Auslenkung der Masse aus ihrer Gleichgewichtslage als Funktion der Zeit wie folgt dargestellt: $y(t) = 0.73\,\mathrm{mm}\,\sin(2.3t/s + \pi/4)$.

a) Wie gross sind Frequenz und Amplitude der Schwingung.

b) Berechne den Phasenwinkel im Gradmass, sowie die momentane Auslenkung für $t = 7.5s$.

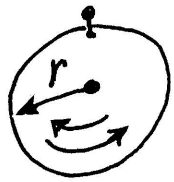
8.) Bei einer harmonischen Schwingung ist der Phasenwinkel gegeben wie folgt: $\varphi(t) = 3.8t/s + \varphi_0$

a) Wie gross ist die Frequenz der Schwingung?

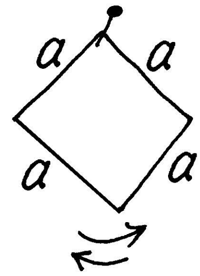
b) Wie gross muss der Nullphasenwinkel φ_0 (im Gradmass) sein, damit für $t=0$ gelten soll $y(0)/\hat{y} = 1/2$? Es soll $-90° < \varphi_0 \leq 90°$.

9.) Welche Länge hat ein mathematisches Pendel mit $T = 2.0s$?

10.) Ein dünner Reifen hängt an einem Nagel. Welchen Durchmesser muss der Reifen haben, damit er mit einer Frequenz von 0.6 Hz schwingt?



11.) Ein quadratförmiger Drahtrahmen hängt an einem Nagel. Mit welcher Frequenz schwingt er am Nagel hängend, wenn $a = 14\,\mathrm{cm}$?



12.) Ein Körper schwingt mit einer Kreisfrequenz von $2.0\,\mathrm{s}^{-1}$ und einer Amplitude von 4.0 cm. Zur Zeit $t = 0$ befindet sich der Körper im Umkehrpunkt $y(0) = -\hat{y}$. Wie weit von der Gleichgewichtslage ist der Körper zur Zeit $t = 1.0\,\mathrm{s}$ entfernt und welche Strecke hat er im Zeitintervall $0 \leq t \leq 1.0\,\mathrm{s}$ insgesamt zurückgelegt?

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

$$y(x,t) = 3.7\,\mathrm{mm}\,\sin\left(2\pi\left(130\frac{t}{\mathrm{s}} - 250\frac{x}{\mathrm{m}}\right)\right)$$

a) Breitet sich die Welle in Richtung der positiven oder der negativen x-Achse aus?

b) Bestimme Amplitude, Frequenz, Wellenlänge, Wellenzahl und Kreisfrequenz der Welle.

c) Bestimme den Phasenwinkel im Gradmass für

c.1) $t = 2.0\,\mathrm{ms}$ und $x = 0.2\,\mathrm{mm}$

c.2) $t = 0.8\,\mathrm{ms}$ und $x = 1.3\,\mathrm{mm}$

d) Bestimme die momentane Auslenkung $y(x,t)$ für die im Teil (c) angegebenen Wertepaare x und t.

14.) Gegeben sind mathematische Darstellungen von stehenden Wellen wie folgt:

$$y_1(x,t) = \hat{y}_1 \left[\sin(x-t) + \sin(x+t)\right]$$

$$y_2(x,t) = \hat{y}_2 \left[\sin(x-t+\pi) + \sin(x+t)\right]$$

Schreibe für $y_1(x,t)$ und $y_2(x,t)$ mithilfe des Additionstheorems für die Sinusfunktion als Produkt einer orts- und einer zeitabhängigen Funktion. Verwende für $y_2(x,t)$ auch die Beziehung $\sin(\alpha \pm \pi) = -\sin\alpha$ („Einheitskreis").

Bei einer „Reflexion am festen Ende" wird die Welle einfach reflektiert und am „Ende" hat die stehende Welle einen Knoten. Bei einer Reflexion am „losen Ende" erfolgt ein so genannter Phasensprung von π und die stehende Welle hat an diesem „Ende" einen Bauch. Wir wollen annehmen die stehende Welle sei lokalisiert auf der positiven x-Achse wie folgt: $0 \leq x \leq x_E$. Wir betrachten das linke Ende des Intervalls bei $x=0$. Bestimme für $y_1(x,t)$ und für $y_2(x,t)$ ob an diesem Ende ($x=0$) eine Reflexion an einem losen oder an einem festen Ende stattfindet. Begründe! (Richtig nur mit Begründung).

15.) Zur Zeit $t=0$ taucht bei $x=0$ eine Welle auf, die sich in Richtung der positiven x-Achse ausbreitet (Fig. 1).

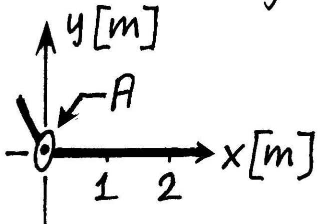


Fig. 1: $t=0$

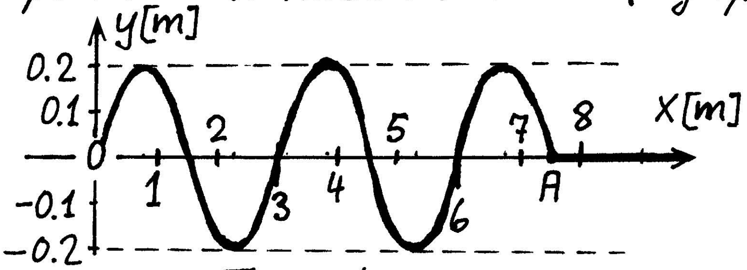
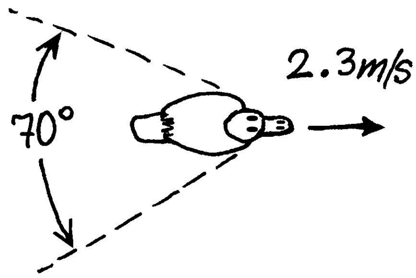


Fig. 2: $t = 0.3s$

Fig. 2 zeigt die Welle zum Zeitpunkt $t = 0.30s$. Die Wellenfront A ist in Fig. 1 und in Fig. 2 eingezeichnet. Zur Zeit $t = 0$ befindet sich A an der Stelle $x = 0$. Bestimme, innerhalb der „Ablesegenauigkeit" folgendes:

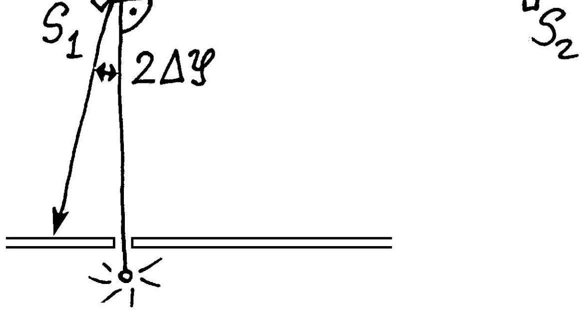
a) Die Ausbreitungsgeschwindigkeit c der Welle
b) Die Amplitude
c) Wellenlänge und Frequenz
d) Kreisfrequenz ($\omega = 2\pi f$) und Kreiswellenzahl $k = 2\pi/\lambda$

16.) Eine Ente bewegt sich auf der Wasseroberfläche mit einer Geschwindigkeit von 2.3 m/s und erzeugt dabei einen „Machschen Kegel" (in 2D) mit einem Öffnungswinkel von 70°. Wie gross ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit der von der Ente erzeugten Bugwelle?



17.) Messung der Lichtgeschwindigkeit nach Olaf Römer: Der Bahnradius für die Umkreisung der Sonne durch die Erde sei 150 Mio. km (1AE). Um wie viel verschiebt sich der Zeitplan für den Umlauf der Jupitermonde zwischen der kleinsten und der grössten Entfernung der Erde von Jupiter? Die Lichtgeschwindigkeit sei 300'000 km/s.

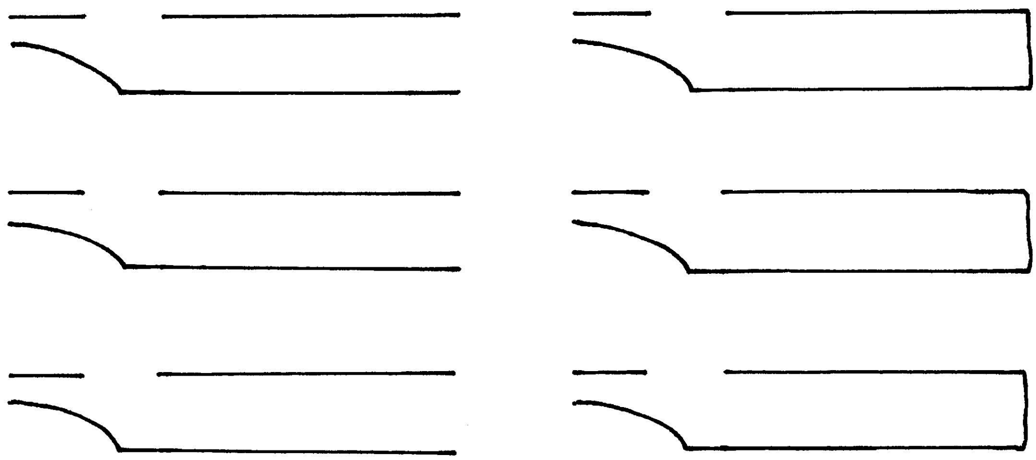
18.) Bei der Drehspiegelmethode zur Messung der Lichtgeschwindigkeit wird der Lichtstrahl um $2\Delta\varphi$ abgelenkt. Dabei ist $\Delta\varphi$ der Drehwinkel des Drehspiegels in der Zeit Δt,



die vergeht, während Photonen den Weg vom rotierenden Spiegel S_1 zum festen Spiegel (S_2) hin und zurück durchlaufen. Berechne die Ablenkung $2\Delta\varphi$ des Lichtstrahls beim rotierenden Spiegel für eine Weglänge (gesamt) $2s = 9.0\,m$ wenn der Spiegel mit einer Drehzahl von 1200U/min rotiert

19.) Eine 70cm lange schwingende Saite hat den Grundton 440 Hz. Berechne die Ausbreitungsgeschwindigkeit der stehenden Welle und die Frequenzen der ersten zwei Obertöne.

20.) Skizziere den Grund- und die ersten zwei Obertöne einer offenen und einer gedeckten Pfeife.



Die Pfeifen seien je 28cm lang und die Schallgeschwindigkeit sei 343m/s. Berechne die Wellenlänge und die Frequenz der stehenden Wellen.

21.) Mit $^{4}_{2}He^{+}$-Ionen soll durch Streuung die Oberfläche eines Festkörpers untersucht werden. Bei welcher Bewegungsenergie in eV ist die „deBroglie-Wellenlänge" der Ionen gleich 1nm?

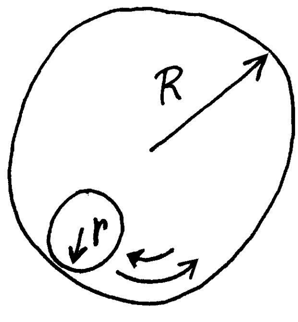
22.) Ein Photon mit einer Wellenlänge von 348nm wird von einem Molekül absorbiert. Welcher Impuls wird dabei auf das Molekül übertragen?

23.) Licht der Wellenlänge 620nm fällt senkrecht auf ein Beugungsgitter mit 300 Strichen pro mm. Auf einem Schirm, der 50cm hinter dem Gitter steht zeigt sich ein Interferenzmuster. Welchen Abstand haben die Beugungsmaxima 1. Ordnung voneinander? Wie viele Beugungsmaxima kann man höchstens beobachten?

24.) Auf eine CD trifft monochromatisches Licht der Wellenlänge 635nm. Wie gross ist der Beugungswinkel für das erste Intensitätsmaximum wenn der Abstand zwischen benachbarten Rillen auf der CD 1.5μm misst?

25.) Das Bild einer Lochkamera wird umso schärfer je kleiner das Loch ist...... bis zu einem bestimmten Punkt! Wenn das Bild durch Licht der Wellenlänge 600nm entsteht, wie gross sollte das Loch dann mindestens sein? (ungefähr!) Erkläre!

26.) In einem Rohr mit Radius R führt eine Kugel mit Radius r eine Rollschwingung aus. Für die Kugel gilt folgende Bewegungsgleichung:



$$a + \frac{5g}{7(R-r)}x = 0$$

Berechne die Periodendauer der Schwingung für $R = 3r = 15\text{cm}$.

Musterlösungen

1a) $\omega = 2\pi/T = 2\pi/(24 \cdot 3600s) = \underline{\underline{7.27 \cdot 10^{-5} s^{-1}}}$
b) $\omega = (270 \cdot 2\pi)/(60s) = \underline{\underline{28.3 s^{-1}}}$

2.) $f = (325/(60s)) = \underline{\underline{5.42 Hz}}$
$\hat{y} = r = \underline{\underline{73mm}}$

3a) $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 132 s^{-1} = 829.4 s^{-1}$
$\hat{v} = \omega \hat{y} = 829.4 \cdot 0.0026 m/s = \underline{\underline{2.16 m/s}}$
b) $\hat{a} = -\omega^2 \hat{y} = -829.4^2 \cdot 0.0026 m/s^2 = \underline{\underline{-1.79 \cdot 10^3 m/s^2}}$

4.) $T = 2\pi \sqrt{l/g}$. Er müsste das Pendel sechs Mal kürzer machen. Die Masse hat keinen Einfluss auf die Frequenz. Er braucht die Masse nicht zu verändern.

5a) $\omega = 2\pi/T = (2\pi/2.8) s^{-1} = 2.244 s^{-1}$, $\hat{y} = 1.3m$
$\underline{\underline{y(t) = 1.3m \cdot \sin(2.24t/s + \varphi_0)}}$ mit $\underline{\underline{\varphi_0 = -\pi/2}}$

b.1) $y(1s) = 1.3m \cdot \sin(2.24 \cdot 1 - \pi/2)$
$\varphi(1s) = 0.669 \mathrel{\hat{=}} \underline{\underline{38.4°}} \leftarrow 0.669 \cdot 180°/\pi$

b.2) $y(1s) = 1.3m \cdot \sin 38.4° = \underline{\underline{81cm}}$
b.3) $v(1s) = 2.244 \cdot 1.3 \cdot (\sin 38.4°) m/s = \underline{\underline{1.8 m/s}}$
b.4) $a(1s) = -\omega^2 y(1s) = -2.244^2 \cdot 0.806 m/s^2 = \underline{\underline{-4.1 m/s^2}}$

6.) $E_{Feder} = 1/2 \, D y^2 \rightarrow \max(E_{Feder}) = 1/2 \, D (\hat{y})^2$
$E = 1/2 \, E_{Feder} = 1/4 \, D(\hat{y})^2 = 1/2 \, D y^2 \rightarrow y^2 = (\hat{y})^2/2 \rightarrow$
$y = \pm\sqrt{1/2}\,\hat{y} = \pm\sqrt{1/2} \cdot 23mm = \underline{\underline{\pm 16mm}}$

7a) Amplitude: $\hat{y} = \underline{\underline{0.73mm}}$
Frequenz: $f = \omega/(2\pi) = (2.3/(2\pi)) Hz = \underline{\underline{0.366 Hz}}$

b) $\varphi(7.5s) = 2.3 \cdot 7.5 + \pi/4 = 18.04 \mathrel{\widehat{=}} \underline{\underline{1033.4°}} \leftarrow 18.04 \cdot 180°/\pi$

$y(7.5s) = 0.73mm \cdot \sin 1033.4° = \underline{\underline{-0.53mm}}$

8a) $f = \omega/(2\pi) = (3.8/(2\pi))Hz = \underline{\underline{0.605Hz}}$

b) $y(\varphi_0) = \hat{y} \cdot \sin(\varphi_0) = \hat{y}/2 \rightarrow \sin(\varphi_0) = 1/2 \rightarrow \underline{\underline{\varphi_0 = 30°}}$

$\leftarrow y(0) = \hat{y} \cdot \sin(0 + \varphi_0)$

9.) $T = 2\pi\sqrt{l/g} = 2.0s \rightarrow l = g \cdot (T/(2\pi))^2 = 10 \cdot (2/(2\pi))^2 m$

$\rightarrow l = \underline{\underline{101cm}}$

10.) $J_S = mr^2 \rightarrow J = J_S + mr^2 = 2mr^2$

$T = 2\pi\sqrt{2mr^2/(mgr)} = 2\pi \cdot \sqrt{2r/g} \rightarrow 2r = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 \cdot g$

$= g/(2\pi f)^2 = [10/(2\pi \cdot 0.6)^2]m = \underline{\underline{704mm}}$

11.) Masse Drahtrahmen $= 4m$ $\quad J_S = 4\left(\frac{ma^2}{12} + \frac{ma^2}{4}\right) = \frac{4}{3}ma^2$

$J = J_S + 4m(a/\sqrt{2})^2 = (10/3)ma^2$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{(10/3)ma^2}{4mga/\sqrt{2}}} = 2\pi\sqrt{\frac{5\sqrt{2}a}{6g}} = 807ms \rightarrow$

$f = \frac{1}{T} = \underline{\underline{1.24Hz}}$

12.) $y(t) = 40mm \cdot \sin(2.0 \cdot t/s - \pi/2)$

$2 \cdot 1 - \pi/2 = 0.4292 \mathrel{\widehat{=}} 24.59° \leftarrow 0.4292 \cdot 180°/\pi$

$y(1s) = 40mm \cdot \sin 24.59° = +\underline{16.65mm}$

$y(1s) - y(0) = (16.65 - (-40))mm = \underline{\underline{56.6mm}}$

13a) Ausbreitung in Richtung der positiven x-Achse

b) Amplitude: $\hat{y} = \underline{\underline{3.7mm}}$

Frequenz: $f = \omega/(2\pi) = \underline{\underline{130Hz}}$

Wellenlänge: $250/m = 1/\lambda \rightarrow \underline{\underline{\lambda = 4.0mm}}$

Wellenzahl: $k = 250 \cdot 2\pi/m = \underline{\underline{159m^{-1}}}$

Kreisfrequenz: $\omega = 2\pi \cdot 130s^{-1} = \underline{\underline{817s^{-1}}}$

c.1) $\varphi(0.002s, 0.0002m) = 2\pi(130 \cdot 0.002 - 250 \cdot 0.0002)$
$= 1.3195 \mathrel{\hat{=}} \underline{\underline{75.6°}} \leftarrow 1.3195 \cdot 180°/\pi$

c.2) $\varphi(0.008s, 0.0013m) = 2\pi(130 \cdot 0.008 - 250 \cdot 0.0013)$
$= 4.4925 \mathrel{\hat{=}} \underline{\underline{257.4°}} \leftarrow 4.4925 \cdot 180°/\pi$

d) (c.1) $\rightarrow y = 3.7mm \cdot \sin 75.6° = \underline{\underline{3.58mm}}$

(c.2) $\rightarrow y = 3.7mm \cdot \sin 257.4° = \underline{\underline{-3.61mm}}$

14.) $y_1 = \hat{y}_1 \left[\sin(x-t) + \sin(x+t)\right]$
$= \hat{y}_1 \left[2 \sin \frac{x-t+x+t}{2} \cdot \cos \frac{x-t-x-t}{2}\right]$
$= \hat{y}_1 \cdot 2 \sin x \cdot \cos(-t)$ $\quad [\cos(-t) = \cos t]$

$y_1 = \hat{y}_1 \cdot 2 \sin x \cdot \cos t \rightarrow \underline{\underline{y_1 = 2\hat{y}_1 \sin x \cos t}}$

$y_2 = \hat{y}_2 \left[\sin(t-x) + \sin(x+t)\right] \leftarrow \sin(x-t-\pi) = -\sin(x-t) = \sin(t-x)$

$y_2 = \hat{y}_2 \cdot \left[2 \sin \frac{t-x+x+t}{2} \cos \frac{t-x-x-t}{2}\right]$

$y_2 = 2\hat{y}_2 \sin t \cdot \cos(-x) \rightarrow \underline{\underline{y_2 = 2\hat{y}_2 \cos x \cdot \sin t}}$

<u>Antw.</u>: y_1: Reflexion an einem „festen Ende".
Begründung: Die stehende Welle hat bei $x=0$ einen Knoten.
y_2: Reflexion an einem „losen Ende".
Begründung: Die stehende Welle hat bei $x=0$ einen Bauch.

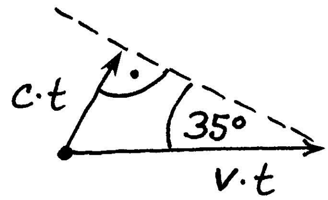
15a) $c = 7.5m/(0.3s) = \underline{\underline{25m/s}}$
b) $\hat{y} = \underline{\underline{0.2m}}$
c) $\lambda = 6m - 3m = \underline{\underline{3m}}$, $f = c/\lambda = (25/3)Hz = \underline{\underline{8.3Hz}}$
d) $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 8.33 s^{-1} = \underline{\underline{52 s^{-1}}}$, $k = 2\pi/\lambda = 2\pi/(3m)$
$= \underline{\underline{2.1m^{-1}}}$

16.) $\sin 35° = \frac{c \cdot t}{v \cdot t} = \frac{c}{v}$

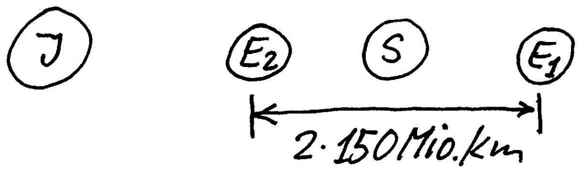
$\rightarrow c = v \cdot \sin 35°$

$c = 2.3\,m/s \cdot \sin 35°$

$\underline{\underline{c = 1.3\,m/s}}$



17.) $\Delta t = \frac{2r}{c} = \frac{2 \cdot 150\,\text{Mio.km}}{0.3\,\text{Mio.km/s}}$



$\Delta t = 1000s$

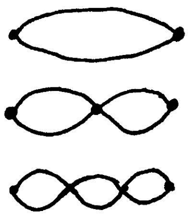
Antw.: Der Zeitplan verschiebt sich um $\underline{\underline{1000s}}$ (16.7min.)

18.) $\Delta t = 2s/c = (9/(3 \cdot 10^8))s = 30ns$

$2\Delta\varphi = 2\omega \cdot \Delta t = 2 \cdot (1200 \cdot 2\pi/60) \cdot 3 \cdot 10^{-8} = 7.54 \cdot 10^{-6}$

$2\Delta\varphi = 7.54 \cdot 10^{-6} \cdot 180°/\pi = (4.32 \cdot 10^{-4})° = \underline{\underline{0.00043°}}$

19.)



$\lambda_0 = 2L = \frac{2L}{1}$

$\lambda_1 = L = \frac{2L}{2} = \frac{\lambda_0}{2}$

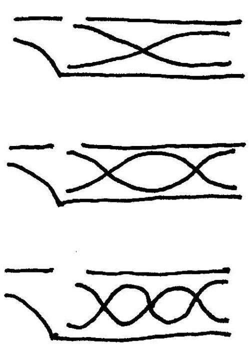
$\lambda_2 = \frac{2L}{3} = \frac{2L}{3} = \frac{\lambda_0}{3}$

$c = \lambda_0 \cdot f_0 = 2 \cdot 0.7m \cdot 440/s = \underline{\underline{616m/s}} = \lambda_1 \cdot f_1 = \lambda_2 \cdot f_2$

$\rightarrow f_n = f_0 \cdot \lambda_0/\lambda_n \rightarrow f_1 = 440Hz \cdot 2L/(2L/2) = \underline{\underline{880Hz}}$

$f_2 = 440Hz \cdot 2L/(2L/3) = \underline{\underline{1320Hz}}$

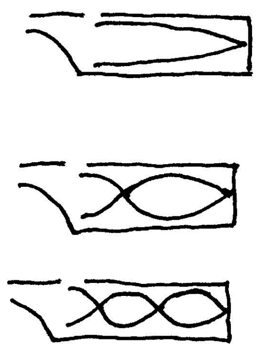
20.)



$\lambda_0 = 2L = \frac{2L}{1}$

$\lambda_1 = L = \frac{2L}{2}$

$\lambda_2 = \frac{2L}{3}$



$\lambda_0^* = 4L = \frac{4L}{1}$

$\lambda_1^* = \frac{4L}{3}$

$\lambda_2^* = \frac{4L}{5}$

$\lambda_0 = 2L = 56cm$

$\lambda_1 = L = 28cm$

$\lambda_2 = 2L/3 = \underline{\underline{187mm}}$

$\lambda_0^* = 4L = 112cm$

$\lambda_1^* = 4L/3 = 373mm$

$\lambda_2^* = 4L/5 = \underline{\underline{224mm}}$

$f_0 = c/\lambda_0 = (343/0.56)\,Hz = \underline{\underline{613\,Hz}}$

$f_1 = c/\lambda_1 = 2f_0 = 1225\,Hz \approx \underline{\underline{1.2\,kHz}}$

$f_2 = c/\lambda_2 = (343/0.1867)\,Hz = 1838\,Hz \approx \underline{\underline{1.8\,kHz}}$

$f_0^* = c/\lambda_0^* = (343/1.12)\,Hz = \underline{\underline{306\,Hz}}$

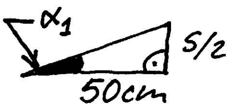
$f_1^* = c/\lambda_1^* = (343/0.373)\,Hz = \underline{\underline{0.92\,kHz}}$

$f_2^* = c/\lambda_2^* = (343/0.224)\,Hz = \underline{\underline{1.53\,kHz}}$

21.) $\lambda = h/p \rightarrow p = h/\lambda$, $E = p^2/(2m) = h^2/(2m\lambda^2)$
$= ((6.626\cdot 10^{-34})^2/(2\cdot 4.00\cdot 1.661\cdot 10^{-27}\cdot (10^{-9})^2))\,J$
$= 3.30\cdot 10^{-23}\,J = (3.30\cdot 10^{-23}/(1.602\cdot 10^{-19}))\,eV$
$\underline{\underline{E = 0.206\,meV}}$

22.) $p = h/\lambda = (6.626\cdot 10^{-34}/(348\cdot 10^{-9}))\,N\cdot s = \underline{\underline{1.90\cdot 10^{-27}\,N\cdot s}}$

23.) $\sin\alpha_1 = 1\cdot\lambda/d = (620\cdot 10^{-9}/(0.001/300)) = 0.186 \rightarrow$
$\alpha_1 = \arcsin 0.186 = 10.72°$



$s/2 = 50\,cm\cdot\tan\alpha_1 \rightarrow s = 1\,m\cdot\tan 10.72°$
$\underline{\underline{s = 189\,mm}}$
$\sin\alpha_m = m\cdot\lambda/d \leq 1 \rightarrow m \leq d/\lambda = (0.001/300)/$
$(620\cdot 10^{-9}) = 5.38 \rightarrow m \leq 5$
Antw.: Bis zum Beugungsmax. $\underline{\underline{\text{5. Ordnung}}}$

24.) $\sin\alpha_1 = \lambda/d = (0.635\,\mu m/(1.5\,\mu m)) = 0.423$
$\alpha_1 = \arcsin 0.423 = \underline{\underline{25.0°}}$

25.) Beugung am Loch: $\sin\alpha_k = z_k\cdot\lambda/d$
Beugung wenn $\lambda \approx d$. Es sollte also $d \gg \lambda$, z.B. $d > 10\lambda$ $= 6\,\mu m$. Andernfalls erhält man anstelle von einem Bild ein Beugungsmuster.

26.) Es gilt $\omega^2 = 5g/(7(R-r)) \rightarrow \omega = 2\pi/T = \sqrt{5g/(7(R-r))}$
$\rightarrow T = 2\pi\cdot\sqrt{7(R-r)/(5g)} = 2\pi\sqrt{7\cdot(0.15-0.05)/(5\cdot 10)}\,s$
$\underline{\underline{T = 0.74\,s}}$