

Name:

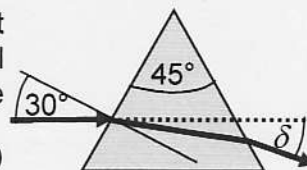
Vorname:

Matrikel:

- ☺ Erlaubte Hilfsmittel:  Taschenrechner und  Formelsammlung (eigene oder gekaufte)  
 ☹ Nicht erlaubt:  Lehrbuch,  Mitschrift, Übungen und alte Klausuren  
 Lösungswege sind anzugeben  
 ⓘ Bitte  $g = \pi^2 \text{ m/s}^2$  verwenden  
 Dieses Aufgabenblatt ist mit angehängter Ausarbeitung abzugeben

1 Ein gelber Lichtstrahl trifft auf ein Prisma aus Borkronglas BK7 mit einem Kantenwinkel von  $45^\circ$ . Um welchen Winkel  $\delta$  wird der Strahl abgelenkt, wenn er unter einem Winkel von  $30^\circ$  gegen die Normale auftrifft?

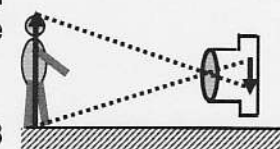
(10)



2 Eine Digitalkamera hat eine Linse mit der Brennweite 5 mm. Um einen 2 m großen Mann von Kopf bis Fuß auf das Bild zu bekommen, muss die Entfernung beim Fotografieren mindestens 2,5 m betragen.

- a) Wie groß ist die Höhe des Lichtsensors (Chip) in der Kamera?  
 b) Welche Höhe hat ein Pixel des Chips, wenn der Chip aus 1728 Pixelzeilen besteht?

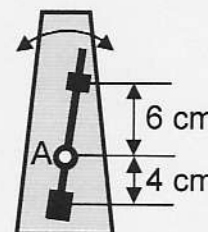
(10)



3 Musiker verwenden als Taktschläger ein Metronom. Dieses mechanisch arbeitende Gerät besteht aus einer dünnen Stange, die Drehbewegungen um eine Achse A ausführt. An der Stange sind zwei Massen befestigt. Die obere, verschiebbare Masse (10 g) wurde auf 6 cm Entfernung von der Achse eingestellt, die untere, fest montierte Masse (40 g) hat -4 cm Entfernung von der Achse. Die Masse der Stange sei vernachlässigbar.

- a) Wo befindet sich der Schwerpunkt der Stange mit den beiden Massen?  
 b) Welches Massenträgheitsmoment hat die Stange mit den beiden Massen bei der Drehbewegung um die Achse?  
 c) Wie viele Taktschläge pro Minute liefert das Metronom, wenn bei jeder Schwingung zwei Taktschläge erzeugt werden?

(10)



4 Die Saite einer Gitarre besteht aus Stahldraht mit Durchmesser 0,6 mm und hat eine schwingende Länge von 75 cm.

- a) Mit welcher Kraft muss die Saite gespannt werden, um in der Grundschiwingung den Ton  $e'$  (330 Hz) zu erzeugen?  
 b) Um welche Strecke muss die Saitenlänge durch einen Griff verkürzt werden, damit die Saite den Ton  $g'$  (392 Hz) erzeugt?

(10)



5 Ein Xylophon hat als Klangerzeuger einen Stab aus massivem Messing mit einem Durchmesser von 12 mm und einer Länge von 28 cm.

- a) Wie groß ist die Schallgeschwindigkeit im Stab?  
 b) Der Stab ist so befestigt, dass er quasifrei mit der Grundfrequenz schwingt. Wie groß ist diese?

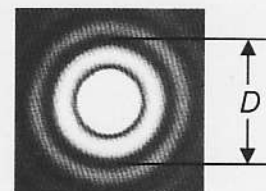
(10)



6 Das Licht eines grünen Laserpointers (532 nm) trifft senkrecht auf die Blende eines Elektronenmikroskops, die eine kreisförmige Bohrung mit Durchmesser  $d = 7,5 \mu\text{m}$  hat. Das durch die Blende gehende Licht wird auf einem Schirm in 80 cm Entfernung aufgefangen, wo man das rechts gezeigte Beugungsbild sieht.

- a) Wie groß ist der Ablenkwinkel des Helligkeitsminimums 2. Ordnung?  
 b) Wie groß ist im Beugungsbild der Durchmesser  $D$  des Minimums 2. Ordnung?

(10)



Viel Erfolg !



Punktesumme

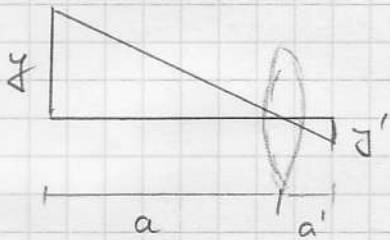
(60)

## Muster Lösung

### Aufgabe 1 Ablenkung Lichtstrahl durch Prisma

$$\begin{aligned}\delta &= \varepsilon_1 - \alpha + \arcsin \left[ -\cos \alpha \sin \varepsilon_1 + \sin \alpha \sqrt{\left(\frac{n_1'}{n_1}\right)^2 - \sin^2 \varepsilon_1} \right] \\ &= 30^\circ - 45^\circ + \arcsin \left[ -\cos 45^\circ \sin 30^\circ + \sin 45^\circ \sqrt{\left(\frac{1,5167}{1,0003}\right)^2 - \sin^2 30^\circ} \right] \\ &= -15^\circ + \arcsin \left[ -0,3536 + 0,7071 \sqrt{2,2990 - 0,2500} \right] \\ &= -15^\circ + \arcsin \left[ -0,3536 + 1,0122 \right] \\ &= -15^\circ + 41,19^\circ = \underline{\underline{26,19^\circ}}\end{aligned}$$

### Aufgabe 2 optische Abbildung durch Linse



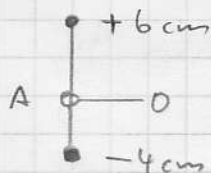
$$a) \quad \frac{y'}{y} = \frac{f'}{a+f'}$$

$$\Rightarrow y' = y \frac{f'}{a+f'} = \frac{2\text{m} \cdot 5\text{mm}}{-2,5\text{m} + 0,005\text{m}} = -4,01\text{mm}$$

Höhe des Lichtsensors ca. 4,0 mm

$$b) \quad \text{Höhe Pixelzeile} \quad \frac{4,01\text{mm}}{1778} = \underline{\underline{2,32 \mu\text{m}}}$$

### Aufgabe 3 physikalisches Pendel



$$\begin{aligned}a) \quad \bar{z}_S &= \frac{\sum m_i z_i}{m_i} = \frac{10\text{g} \cdot 6\text{cm} + 40\text{g} \cdot (-4\text{cm})}{10\text{g} + 40\text{g}} \\ &= \frac{60 - 160}{50} \text{cm} = \underline{\underline{-2\text{cm}}}\end{aligned}$$

also 2 cm unterhalb der Achse

$$\begin{aligned}b) \quad \bar{J}_A &= \sum m r^2 = 10\text{g} \cdot (6\text{cm})^2 + 40\text{g} \cdot (-4\text{cm})^2 \\ &= (360 + 640) \text{g cm}^2 = 1000 \text{g cm}^2 \\ &= \underline{\underline{10^{-4} \text{kg m}^2}}\end{aligned}$$

c) Schlagfrequenz = 2 · Schwingfrequenz

$$\begin{aligned}&= 2 \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{5\text{mg}}{\bar{J}_A}} = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{0,02\text{m} \cdot 0,05\text{kg} \cdot \frac{1}{\text{s}^2}}{10^{-4} \text{kg m}^2}} \\ &= \sqrt{10 \frac{1}{\text{s}^2}} = 3,16 \frac{1}{\text{s}} = \underline{\underline{190 \frac{1}{\text{min}}}}\end{aligned}$$

#### Aufgabe 4 Partenschwingung

$$a) f_n = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{F_0}{\rho S A}}$$

$$\Rightarrow F_0 = \left( \frac{2l f_n}{n} \right)^2 \rho S A = \left( \frac{2 \cdot 0,75 \text{ m} \cdot 330 \frac{1}{\text{s}}}{1} \right)^2 \cdot 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\pi}{4} (0,0006 \text{ m})^2$$
$$= 245025 \cdot 7800 \cdot 2,827 \cdot 10^{-7} \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} = \underline{540 \text{ N}}$$

b) da  $\frac{n}{2} \sqrt{\frac{F_0}{\rho S A}}$  nicht von der Länge der Saite abhängt, muss  $f \sim \frac{1}{l}$  sein, also  $f \cdot l = \text{const.}$

$$\Rightarrow 392 \text{ Hz} \cdot l_x = 330 \text{ Hz} \cdot 0,75 \text{ m}$$

$$\Rightarrow l_x = \frac{330}{392} \cdot 0,75 \text{ m} = 0,631 \text{ m}$$

$$\text{Ueberrichtung der Saite: } 0,75 \text{ m} - 0,631 \text{ m} = \underline{0,119 \text{ m}}$$

#### Aufgabe 5 Biegeschwingung

a) da  $d \ll l$ , ist der Stab dünn. Lt. Tabelle  $c = 3451 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

b) massiver kreisförmiger Stab

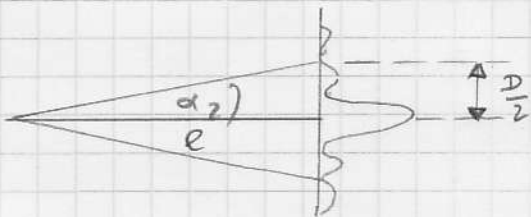
$$f_n = \frac{\lambda_n^2}{8\pi} \frac{d}{l^2} c = 0,890 \frac{0,012 \text{ m}}{(0,28 \text{ m})^2} 3451 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{470 \text{ Hz}}$$

#### Aufgabe 6 Beugung an Lochblende

$$a) \sin \alpha_2 = 2,233 \cdot \frac{\lambda}{d}$$

$$\alpha_2 = \arcsin \left( 2,233 \cdot \frac{532 \cdot 10^{-9}}{7,5 \cdot 10^{-6}} \right) = \underline{9,11^\circ}$$

b)



$$\tan \alpha_2 = \frac{D/2}{l}$$

$$D = 2l \tan \alpha_2$$

$$= 2 \cdot 0,8 \text{ m} \cdot \tan 9,11^\circ$$

$$= \underline{0,257 \text{ m}}$$