Wintersemester 2017/18		**Zahl der Blätter:**	3
		Blatt Nr.	1
Fakultät:	Wirtschaftsingenieurwesen	**Studiengang:**	WNB
Prüfer:	Coenning, Martin	**Semester:**	WNB2
Prüfungsfach:	Physik 2	**Fachnummer:**	1032003
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur Taschenrechner	**Zeit:**	90 min

Aufgabe 1: Pendeluhr (20 Punkte)

a) Aus $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J_A}{mgr}}$ folgt $J_A = \frac{T_0^2 mgr}{4\pi^2} = 0{,}0275\ \mathrm{kg \cdot m^2}$.

b) Energieerhaltungssatz: Die Abnahme der potenziellen Energie wird in kinetische umgewandelt.

Aus $mgh = \frac{1}{2}J_A\dot{\beta}^2$ folgt mit $h = r(1-\cos\beta) = 0{,}999\ \mathrm{mm}$: $\dot{\beta} = \sqrt{2mgh/J_A} = 0{,}439\ \mathrm{rad/s}$.

Variante: Aus $\beta(t) = \hat{\beta}\cos(\omega_0 t)$ folgt für die Winkelgeschwindigkeit $\dot{\beta}(t) = -\hat{\beta}\omega_0\sin(\omega_0 t)$. Der Maximalwert der Winkelgeschwindigkeit ist $\dot{\beta}_{\max} = \hat{\beta}\omega_0 = \hat{\beta}\frac{2\pi}{T_0} = 0{,}439\ \mathrm{rad/s}$.

c) Aus $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ folgt $l = \frac{T_0^2 g}{4\pi^2} = 32{,}9\ \mathrm{cm}$.

d) Nach den Gesetzen der Fehlerrechnung gilt $\frac{\Delta T_0}{T_0} = \frac{1}{2}\frac{\Delta r}{r} = 0{,}161\ \%$.

Die etwas umständlichere Methode wäre z.B.

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}0275}{0{,}27\cdot 9{,}81\cdot 0{,}31}} = 1{,}149871\ \mathrm{s}$, $T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}0275}{0{,}27\cdot 9{,}81\cdot 0{,}309}} = 1{,}151730\ \mathrm{s}$.

$\Delta T_0 = 0{,}001859\ \mathrm{s}$, $\frac{\Delta T_0}{T_0} = 0{,}162\ \%$.

e) Amplitude $\hat{\beta}(t) = \hat{\beta}_0 \cdot \mathrm{e}^{-\delta t}$ liefert $\delta = \frac{1}{t}\ln\frac{\hat{\beta}_0}{\hat{\beta}(t)} = 0{,}00533\ \mathrm{s^{-1}}$.

Dämpfungsgrad $\vartheta = \frac{\delta}{\omega_0} = \frac{\delta\cdot T_0}{2\pi} = 9{,}74\cdot 10^{-4}$.

Die Schwingung ist sehr schwach gedämpft.

f) Aus $\hat{\beta}(t) = \hat{\beta}_0 \cdot \mathrm{e}^{-\delta t}$ folgt $t = \frac{1}{\delta}\ln\frac{\hat{\beta}_0}{\hat{\beta}(t)} = 416\ \mathrm{s} \approx 7\ \mathrm{min}$.

Aufgabe 2: Untersuchungen an Gittern und am Dopelspalt (18 Punkte)

a) Für den Beugungswinkel gilt: $\tan(\alpha) = \frac{s}{2\cdot a} = \frac{0{,}254\ \mathrm{m}}{4\ \mathrm{m}} = 0{,}0635 \rightarrow \alpha = 3{,}63^{\circ}$

Für die Beugung am Gitter gilt: $g\cdot\sin(\alpha) = k\cdot\lambda \rightarrow g = \frac{k\cdot\lambda}{\sin(\alpha)}$, d.h.: $g_2 = \frac{1\cdot 634{,}6\ \mathrm{nm}}{\sin(3{,}63^{\circ})} = 10\ \mu\mathrm{m}$

Diese Gitterkonstante entspricht 100 Spalte pro Milimeter

$g_2 > g_1$ und mit $g\cdot\sin(\alpha) = k\cdot\lambda \rightarrow \sin(\alpha_2) < \sin(\alpha_1)$ → Gitter 2 liefert ein engeres Interferenzmuster

b) Da die Symmetrie der Beugungsordnungen bekannt ist, kann der Schirm asymmetrisch positioniert werden, so dass die optsiche Achse (0.Ordnung) gerade noch auf dem Schirm sichtbar ist.

Somit: Maximal auf dem Schirm darstellbarer Winkel: $\tan(\alpha_{\max}) = \frac{0{,}8\ \mathrm{m}}{2\ \mathrm{m}} = 0{,}4 \rightarrow\ \alpha_{\max} = 21{,}8^{\circ}$

(*falls symmetrischer Ansatz:* $\alpha_{\max} = 11{,}3^{o}$)

Bestimmung der maximal darstellbaren Ordnungen k_1 und k_2:

$$k_1 \leq \frac{g \cdot \sin(\alpha_{\max})}{\lambda_1} = \frac{10\ \mu\mathrm{m} \cdot \sin(21{,}8^{\circ})}{405\ \mathrm{nm}} = 9{,}16\ \ \rightarrow\ k_1 = 9\ \ (k_1 = 4)$$
$$k_2 \leq \frac{g \cdot \sin(\alpha_{\max})}{\lambda_2} = \frac{10\ \mu\mathrm{m} \cdot \sin(21{,}8^{\circ})}{578\ \mathrm{nm}} = 6{,}42\ \ \rightarrow\ k_2 = 6\ \ (k_2 = 3)$$

λ_1 wird bis zur 9. Ordnung dargestellt: $\sin(\alpha_1) = \frac{9 \cdot 405\ \mathrm{nm}}{10\ \mu\mathrm{m}} = 0{,}3645 \rightarrow\ \alpha_1 = 21{,}37^{o}\ \ (\alpha_1 = 9{,}3^{o})$
λ_2 wird bis zur 6. Ordnung dargestellt: $\sin(\alpha_2) = \frac{6 \cdot 578\ \mathrm{nm}}{10\ \mu\mathrm{m}} = 0{,}3468 \rightarrow\ \alpha_2 = 20{,}29^{o}\ \ (\alpha_2 = 9{,}9^{o})$

α_1 der 9. Beugungsordnung von λ_1 unterscheidet sich nur um ca. 1° von α_2 der 6. Beugungsordnung von λ_2. Somit kommt es zu einer deutlichen Überlappung der beiden Beugungsmuster. Da die beiden Beugungsmuster unterschiedliche Farben aufweisen, kann eine eindeutige Zuordnung und Auswertung erfolgen.

c) Zum Beispiel:
1) Die Intensität der Hauptmaxima ist beim Gitter höher als die der Maxima beim Doppelspalt.
2) Die Hauptmaxima werden mit steigender Spaltanzahl beim Gitter schmaler und schärfer und damit intensiver.
3) Beim Gitter treten Nebenmaxima zwischen den Hauptmaxima auf.
4) …

Aufgabe 3: Lichtauskopplung aus LED (10 Punkte)

a) Grenzwinkel der Totalreflexion: $\varepsilon_{\mathrm{g}} = \arcsin(n_{\mathrm{L}}/n_{\mathrm{HL}}) = \arcsin(1/3{,}4) = 17{,}1°$.

b) Grenzwinkel der Totalreflexion an der Grenzfläche Plastik/Luft:

$\varepsilon_{\mathrm{g},1} = \arcsin(n_{\mathrm{L}}/n_{\mathrm{P}}) = \arcsin(1/1{,}5) = 41{,}8°$.

Brechung an der Grenzfläche Halbleiter/Plastik:

$n_{\mathrm{P}} \cdot \sin\varepsilon_{\mathrm{g},1} = n_{\mathrm{HL}} \cdot \sin\varepsilon_{\mathrm{g}}$ liefert $\varepsilon_{\mathrm{g}} = \arcsin\left(\frac{n_{\mathrm{P}}}{n_{\mathrm{HL}}}\sin\varepsilon_{\mathrm{g},1}\right) = \arcsin\left(\frac{1{,}5}{3{,}4}\sin 41{,}8°\right) = 17{,}1°$.

c) Es bringt also nichts, den Halbleiter mit einer Plastikschicht zu überziehen. Was etwas bringt, ist eine Änderung der Oberflächenform, z.B. Halbkugel anstatt Ebene.

Aufgabe 4: Kontaktlinse (12 Punkte)

a) Ohne Kontaktlinse gilt für den Fernpunkt die Abbildungsgleichung

$$\frac{1}{a'} - \frac{1}{a_\mathrm{F}} = \frac{1}{f'_{\mathrm{A},\infty}} . \qquad (1)$$

Dabei ist $f'_{\mathrm{A},\infty}$ die Brennweite des auf Unendlich entspannten Auges.

Mit Kontaktlinse addieren sich die Brechkräfte des Auges und der Kontaktlinse, sodass die Abbildungsgleichung folgende Form annimmt:

$$\frac{1}{a'} - \frac{1}{-\infty} = \frac{1}{f'_{\mathrm{A},\infty}} + \frac{1}{f'_\mathrm{K}} . \qquad (2)$$

Durch Subtraktion der beiden Gleichungen findet man

$\frac{1}{f'_\mathrm{K}} = D'_\mathrm{K} = \frac{1}{a_\mathrm{F}} = -0{,}67\ \mathrm{dpt}$. Die Brennweite der Kontaktlinse ist $f'_\mathrm{K} = -1{,}5\ \mathrm{m}$.

b) Bei Akkomodation des Auges auf den Nahpunkt gilt ohne Kontaktlinse

$$\frac{1}{a'} - \frac{1}{a_\mathrm{N}} = \frac{1}{f'_{\mathrm{A,akk}}} . \qquad (3)$$

Dabei ist $f'_{\mathrm{A,akk}}$ die Brennweite des akkomodierten Auges.

Mit Kontaktlinse ist die Abbildungsgleichung

$$\frac{1}{a'} - \frac{1}{a_\mathrm{N,K}} = \frac{1}{f'_{\mathrm{A,akk}}} + \frac{1}{f'_\mathrm{K}} . \qquad (4)$$

Wieder findet man durch Subtraktion der beiden Gleichungen

$\frac{1}{a_\mathrm{N,K}} = \frac{1}{a_\mathrm{N}} - \frac{1}{f'_\mathrm{K}} = -4{,}89\ \mathrm{m}^{-1}$ oder $a_\mathrm{N,K} = -20{,}5\ \mathrm{cm}$.