Lösungshinweise zur Prüfung Physik 2 für TIB, WS 2014/2015

Aufgabe 1:

a) $E = h\dfrac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \dfrac{hc}{E} = \dfrac{6{,}626\cdot 10^{-34}\,\mathrm{Js}\cdot 3\cdot 10^{8}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{1{,}43\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}} = 869\,\mathrm{nm}$ (2 P)

b) Verkleinerung der Wellenlänge bewirkt eine Vergrößerung der kinetischen Energie der herausgelösten Elektronen. Eine Erhöhung der Lichtintensität führt dazu, dass mehr Elektronen herausgelöst werden. (3 P)

c) Snellius-Gesetz: $\dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \dfrac{n_1}{n_2} \Rightarrow \dfrac{\sin 60°}{\sin\beta} = \dfrac{1{,}5}{1} \Rightarrow \beta = 35{,}5°$

Grenzwinkel für Totalreflexion aus $\sin\beta_{\mathrm{T}} = \dfrac{1}{1{,}5} \Rightarrow \beta_{\mathrm{T}} = 41{,}8°$

Anwendung: Glasfaser (3 P)

d) Leistung $P = 100\,\mathrm{W} = 100\dfrac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}}$. Mittelwert für die Wellenlänge: $\bar{\lambda} = 590\,\mathrm{nm}$

Ein Lichtquant besitzt die Energie $W_L = hf = h\dfrac{c}{\lambda} = 3{,}37\cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}$

Anzahl der emittierten Lichtquanten pro Tag: $n = \dfrac{100\,\mathrm{J}\cdot 24\cdot 60\cdot 60}{W_L} = 2{,}56\cdot 10^{25}$

Masse eines Photons aus: $E = mc^2 = h\dfrac{c}{\lambda} \Rightarrow m = \dfrac{h}{\lambda c} = 3{,}74\cdot 10^{-36}\,\mathrm{kg}$

Masse aller Photonen: $M = n\cdot m = 9{,}6\cdot 10^{-11}\,\mathrm{kg}$

Die Lampe hat trotzdem keine Masse verloren, da diese in Form von elektrischer Energie ständig zugeführt wurde.

(4 P)

e) $U_H = \dfrac{1}{ne}\cdot\dfrac{BI}{d} \Rightarrow n = \dfrac{BI}{edU_H} = \dfrac{0{,}3\,\mathrm{T}\cdot 10\,\mathrm{A}}{1{,}6\cdot 10^{-19}\,\mathrm{C}\cdot 10^{-5}\,\mathrm{m}\cdot 1{,}6\cdot 10^{-5}\,\mathrm{V}} = 1{,}17\cdot 10^{29}\,\mathrm{m}^{-3}$

Bei Drehung um 45° wegen Vektorprodukt der Lorentzkraft nur noch:

$U_{H\mathrm{neu}} = U_{H\mathrm{alt}}\cdot\sin 45° = 16\,\mu\mathrm{V}\cdot\dfrac{\sqrt{2}}{2} = 11{,}3\,\mu\mathrm{V}$ (4 P)

f) $\rho = \dfrac{1}{n_i e\cdot(\mu_n + \mu_p)} = 46{,}2\,\Omega\mathrm{cm}$ (2 P)

g) $p(h) = p_0\cdot\exp\left(-\dfrac{\rho_0 gh}{p_0}\right) = \dfrac{p_0}{10} \Rightarrow \ln\left(\dfrac{1}{10}\right) = \ln 1 - \ln 10 = -\ln 10 = -\dfrac{\rho_0 gh}{p_0}$

$\Rightarrow h = \dfrac{p_0\cdot\ln 10}{\rho_0 g} = 18{,}3\,\mathrm{km}$ (3 P)

h) Die Elektronen im Leiter erfahren auf Grund des externen Magnetfeldes eine Lorentzkraft, die durch den Wechselstrom permanent die Richtung ändert. Die Schwingung breitet sich auf dem Wellenträger aus, wird an den Enden reflektiert, es kommt zu einer Überlagerung zweier gegenläufiger Wellen und damit zum Phänomen einer stehenden Welle.

Für die Phasengeschwindigkeit gilt:

$$c = \sqrt{\frac{F}{A \cdot \rho}} = \sqrt{\frac{9{,}81\,\mathrm{N}}{\pi \cdot \left(1{,}5 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{m}\right)^2 \cdot 7870\,\mathrm{kg \cdot m^{-3}}}} = 132{,}8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Grundschwingung: $f_0 = \frac{c}{2l} = \frac{132{,}8\,\mathrm{ms^{-1}}}{2 \cdot 0{,}6\,\mathrm{m}} = 110{,}7\,\mathrm{Hz}$

3. Harmonische = 2. Oberschwingung: $f_2 = 3 \cdot f_0 = 332{,}1\,\mathrm{Hz}$ (4 P)

i) $c = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8\,\mathrm{ms^{-1}}}{3{,}25\,\mathrm{m}} = 92{,}3\,\mathrm{MHz}$

Resonanzfrequenz beim elektromagnetischen Schwingkreis: $\omega = 2\pi \cdot f = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$$\Rightarrow L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot \left(9{,}23 \cdot 10^7\,\mathrm{Hz}\right)^2 \cdot 10^{-10}\,\mathrm{F}} = 29{,}7\,\mathrm{nH}$$ (3 P)

Aufgabe 2:

a) $F = ma \Rightarrow -m_{\text{überstehen d}} \cdot g = m_{\text{gesamt}} \cdot a \Rightarrow -2A\rho g \cdot y(t) = Al\rho \cdot \ddot{y}(t)$

$\Rightarrow \ddot{y} + \frac{2g}{l} y = 0$ Vergleich mit Normalform $\ddot{y} + \omega_0^2 y = 0$ liefert $\omega_0 = \sqrt{\frac{2g}{l}}$ (5 P)

b) $\omega_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 9{,}81\,\mathrm{ms^{-2}}}{0{,}3\,\mathrm{m}}} = 8{,}1\,\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}$, $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 0{,}78\,\mathrm{s}$ (2 P)

c) $y(t) = \hat{y} \cdot \cos(\omega_0 t) = 3\,\mathrm{cm} \cdot \cos\left(8{,}1\,\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}} \cdot t\right)$ (1 P)

d) $\hat{v} = \hat{y} \cdot \omega_0 = 24{,}3\,\mathrm{cm\,s^{-1}}$ $\hat{a} = \hat{y} \cdot \omega_0^2 = 1{,}97\,\mathrm{m\,s^{-2}}$ (2 P)

e) $\hat{y}(t) = \hat{y}_0 \cdot e^{-\delta t} \Rightarrow \hat{y}(5T_0) = \hat{y}_0 \cdot e^{-\delta \cdot 5T_0} = \frac{\hat{y}_0}{2}$

Logarithmieren liefert: $\ln\left(\frac{1}{2}\right) = \ln 1 - \ln 2 = -\ln 2 = -\delta \cdot 5T_0 \Rightarrow \delta = \frac{\ln 2}{5T_0} = 0{,}18\,\mathrm{s^{-1}}$

$D = \frac{\delta}{\omega_0} = 0{,}022$ $\Lambda = \delta \cdot \mathrm{T}_0 = 0{,}14$ (4 P)

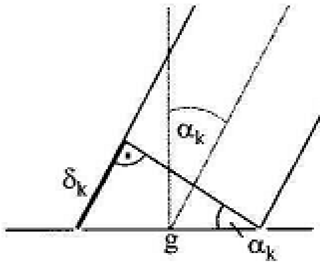
f) $E_{\text{ges}} \sim \hat{y}^2 \Rightarrow \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{1}{16}$, d.h. 1/16 der Gesamtenergie ist noch vorhanden, also 15/16=93,75% wurde in Reibungswärme umgewandelt.

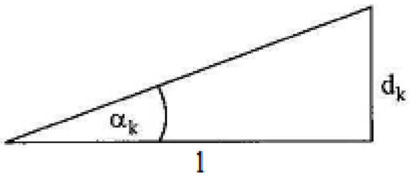
(2 P)

Lösungshinweise zur Prüfung Physik 2 für TIB, WS 2014/2015

Aufgabe 3:

a)





Entscheidend für das Auftreten einer konstruktiven Interferenz ist der Gangunterschied δ_k.

Es gilt geometrisch: $\tan\alpha_k = \frac{d_k}{l}$

Für konstruktive Interferenz gilt: $\sin\alpha_k = \frac{\delta_k}{g} = k\lambda$ mit $k = 0{,}1{,}2{,}3{,}\ldots$ (4 P)

b) Betrachtung des ersten Maximums liefert: $\alpha_1 = \arctan\left(\frac{d_1}{l}\right) = \arctan\left(\frac{8{,}6\,\text{cm}}{20\,\text{cm}}\right) = 23{,}3°$

Eingesetzt ergibt dies mit $k = 1$: $g = \frac{\lambda}{\sin\alpha_1} = \frac{6{,}33\cdot 10^{-7}\,\text{m}}{\sin 23{,}3°} = 1{,}6\,\mu\text{m}$ (3 P)

c) Ein blauer Laser besitzt einer kleinere Wellenlänge, was gemäß $\sin\alpha_k = k\lambda$ zu kleineren Beugungswinkeln (Sinus-Funktion ist monoton steigend für $0° \le \alpha \le 90°$) und damit zu geringeren Abständen der Interferenzmaxima führen würde. (3 P)

d) Eine DVD hat eine höhere Speicherdichte, was zum einen am Doppelschichtverfahren, zum anderen jedoch an dem kleineren Spurrillenabstand liegt. Die Wert für die Gitterkonstante g ist somit geringer (beträgt etwa $0{,}7\,\mu\text{m}$), was gemäß $\sin\alpha_k = \frac{\delta_k}{g} = k\lambda$ zu einem engeren Interferenzmuster führen würde. (3 P)

e) Die Anzahl der Rillen beträgt: $n = \frac{(5{,}8 - 2{,}3)\,\text{cm}}{1{,}6\mu\text{m}} = 21875$

Der Mittelwert für den Radius beträgt: $\bar{r} = 4{,}05\,\text{cm}$

Die mittlere Umdrehungsgeschwindigkeit beträgt:

$$\bar{v} = \frac{n\cdot 2\pi\cdot\bar{r}}{t} = \frac{21875\cdot 2\pi\cdot 0{,}0405\,\text{m}}{80\cdot 60\,\text{s}} = 1{,}16\,\text{ms}^{-1}$$ (3 P)