FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Wintersemester	2004/2005	Zahl der Blätter: 9 Blatt 1
Studiengang:	CI	Semester CI2
Prüfungsfach:	Physik 2	Fachnummer: CI 2044
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 min.

Gesamtpunktzahl: 120
Bitte verwenden Sie für jede Aufgabe ein separates Blatt!

Aufgabe 1: **(15 Punkte)**

a)
Die negative Gesamtladung q setzt sich aus Z Elementarladungen e zusammen.

Es gilt für die Beträge: $q = Z \cdot e$ oder $Z = \frac{q}{e}$

Mit der Elementarladung $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C muss das Protein $Z = \frac{0{,}53 \cdot 10^{-17}\ \text{C}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{C}} = 33$

Elektronen zur Ladungsneutralität abgeben.

b)
Das elektrische Feld beträgt

$$F_{\text{el}} = \frac{U}{d} = \frac{150\ \frac{\text{Nm}}{\text{C}}}{0{,}30\,\text{m}} = 5 \cdot 10^2\ \frac{\text{N}}{\text{C}} = 5 \cdot 10^2\ \frac{\text{V}}{\text{m}}:$$

c) 2

Die **positiven Ladungen müssen auf der linken Platte sitzen**, damit das negativ geladene Protein nach links wandert.

d)
Da die Geschwindigkeit des Proteins konstant sein soll, ist die Beschleunigung und damit die Summe aller Kräfte auf das Protein null.
Auf das Protein wirkt die Coulombkraft im elektrischen Feld nach links und die Reibungskraft nach rechts. Die positive Richtung des Koordinatensystems zeigt nach links.

$$F_{\text{el}} = q \cdot E$$

$$F_{\text{Reib}} = -a\eta R v^{\frac{2}{3}}$$

$$F_{\text{el}} + F_{\text{Reib}} = 0$$

$$q \cdot E - a\eta R v^{\frac{2}{3}} = 0$$

$$v = \left(\frac{-q \cdot E}{a \eta R} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$v = \left(\frac{-(-0{,}53 \cdot 10^{-17}\ \mathrm{C}) \cdot 5 \cdot 10^{2}\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}}{0{,}1085 \left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot 5\ \mathrm{Pa} \cdot \mathrm{s} \cdot 5 \cdot 10^{-9}\ \mathrm{m}} \right)^{\frac{3}{2}} = 3{,}054 \cdot 10^{-4}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

$$= 3{,}054 \cdot 10^{-2}\ \frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}} = 10{,}99\ \frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{h}}$$

$$= 11\,\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{h}}$$

Aufgabe 2: **(15 Punkte)**

a) Amplitude $\hat{y} = \pm 0{,}15\,\mathrm{m}$

b) Wellenlänge $\lambda = 15\,\mathrm{m}$, Wellenzahl $k = \frac{2\pi}{\lambda} = 0{,}4189\,\frac{1}{m}$

c) Phasengeschwindigkeit $c = \frac{15\,m}{2{,}2\,s} = 6{,}818\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ mit $T = \frac{22\,\mathrm{s}}{10} = 2{,}2\,\mathrm{s}$

d) Schwingungsdauer $T = \frac{22\,\mathrm{s}}{10} = 2{,}2\,\mathrm{s}$ und Kreisfrequenz $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2{,}86\,\frac{1}{\mathrm{s}}$

e) Der Nullphasenwinkel Φ kann

- aus dem Wegunterschied des ersten Maximums der Welle nach $x = 0$ berechnet werden. Da x_1 bei 16,25 m liegt, befindet sich das erste Maximum bei $x_0 = 1{,}25\,\mathrm{m}$.
  Es gilt für den Betrag der Phase $\frac{\Phi}{2\pi} = \frac{x}{\lambda}$, $\Phi = \frac{1{,}25\,\mathrm{m}}{15\,\mathrm{m}} \cdot 2\pi$ und damit $\Phi = -0{,}5236$
  (negativ, da voreilend) oder
- durch Einsetzen der Auslenkung der Welle zum Zeitpunkt $t = 0$ in das Weg-Zeit-Gesetz $y(x,t)$.
  $y(0{,}0) = 0{,}13\,\mathrm{m}$ (durch Ablesen im Schaubild) führt eingesetzt in das Weg-Zeitgesetz zu
  $0{,}13\,\mathrm{m} = 0{,}15\,\mathrm{m} \cdot \cos(\Phi)$. Damit ergibt sich ebenfalls $\Phi = -0{,}5236$.

f) Die vollständige Wellenfunktion lautet

$$y(x,t) = 0{,}15\,\mathrm{m} \cdot \cos(4{,}189\,\frac{1}{\mathrm{m}} \cdot x - 2{,}86\,\frac{1}{\mathrm{s}} \cdot t - 0{,}536)$$

Wintersemester	2004/2005	Blatt 3
Studiengang:	CI	Semester CI2
Prüfungsfach:	Physik	Fachnummer: CI 2043

Aufgabe 3: **(10 Punkte)**

a) Für die Maxima gilt:

$$\sin\beta_{\mathrm{m}} = m\frac{\lambda}{g}$$

Der Abstand zur hellen Mitte y_{m} folgt aus der Geometrie zu $\tan\beta_{\mathrm{m}} = \frac{y_{\mathrm{m}}}{L}$

Mit der Näherung $\sin\beta_{\mathrm{m}} \approx \tan\beta_{\mathrm{m}}$ folgt

$$y_{\mathrm{m}} = m\frac{L\lambda}{g}$$

$g = m\frac{L\lambda}{y_{\mathrm{m}}}$ und z.B. für $m = 1$ ergibt dies $g = 1\cdot\frac{L\lambda}{y_1} = 0{,}265\ \mathrm{mm}$

b) Die Maxima werden mit $y_{\mathrm{m}} = m\frac{L\lambda}{g}$ berechnet und 3. Ordnung liegt bei $\pm 15\mathrm{mm}$ (wie auch bereits in der Aufgabenstellung angegeben!).

Wintersemester	2004/2005	Blatt 4
Studiengang:	CI	Semester CI2
Prüfungsfach:	Physik	Fachnummer: CI 2043

Aufgabe 4: (24 Punkte)

a) Ein Tröpfchen mit Radius $R_{\text{kuh}} = 4 \cdot 10^{-6}$ m hat ein Volumen $V_{\text{kuh}} = \frac{4}{3}\pi R_{\text{kuh}}^3$

Gewichtskraft: $F_{\text{G,kuh}} = m_{\text{kuh}} g = \rho_{\text{fett}} V_{\text{kuh}} g = \rho_{\text{fett}} \frac{4}{3}\pi R_{\text{kuh}}^3 g = 2{,}42 \cdot 10^{-12}$ N

Auftriebskraft: $F_{\text{A,kuh}} = m_{H_2O} g = \rho_{H_2O} V_{\text{kuh}} g = \frac{\rho_{H_2O}}{\rho_{\text{fett}}} F_{\text{G,kuh}} = 2{,}63 \cdot 10^{-12}$ N

b) $F_{\text{R,kuh}} = F_{\text{A,kuh}} - F_{\text{G,kuh}} = 0{,}2104 \cdot 10^{-12}$ N, diese Kraft ist nach oben gerichtet

c) Homogenisierte Milch, Tröpfchen mit Radius $R_{\text{hom}} = 1 \cdot 10^{-6}$ m

Gewichtskraft: $F_{\text{G,hom}} = F_{\text{G,kuh}} \frac{R_{\text{hom}}^3}{R_{\text{kuh}}} = 3{,}78 \cdot 10^{-14}$ N

Auftrieb: $F_{\text{A,hom}} = F_{\text{A,kuh}} \frac{R_{\text{hom}}^3}{R_{\text{kuh}}} = 4{,}11 \cdot 10^{-14}$ N

$F_{\text{R,hom}} = F_{\text{A,hom}} - F_{\text{G,hom}} = 0{,}329 \cdot 10^{-15}$ N

d) Kräftegleichgewicht mit Stokes-Reibung:
$F_{\text{reib}} = 6\pi\eta R_{\text{kuh/hom}} v_{\text{kuh/hom}} = F_{\text{R,kuh/hom}}$ damit

Frischmilch: $v_{\text{kuh}} = \frac{F_{\text{R,kuh}}}{6\pi\eta R_{\text{kuh}}} = 1{,}860 \cdot 10^{-6}\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

homogenisiert: $v_{\text{hom}} = \frac{F_{\text{R,hom}}}{6\pi\eta R_{\text{hom}}} = 0{,}1663 \cdot 10^{-6}\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

e) Zeit für Strecke 0,1 m? $v = \frac{s}{t}$, daraus $t = \frac{s}{v}$:

Frischmilch: $t_{\text{kuh}} = 53755\ \text{s} = 14{,}93\ \text{h} \approx 15\ \text{h}$

homogenisiert: $t_{\text{hom}} = 660091\ \text{s} = 239\ \text{h} = 9{,}95\ \text{d} \approx 10\ \text{d}$

f) Zentrifugalbeschleunigung a_Z in Zentrifuge, Kreisbahn mit Radius $R = 0{,}2\ \text{m}$:

$$a_Z = \omega^2 R = (\frac{2\pi}{T})^2 R = (2\pi \cdot \frac{3000}{60\ \text{s}})^2 \cdot 0{,}2\ \text{m} = 1{,}974 \cdot 10^4\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

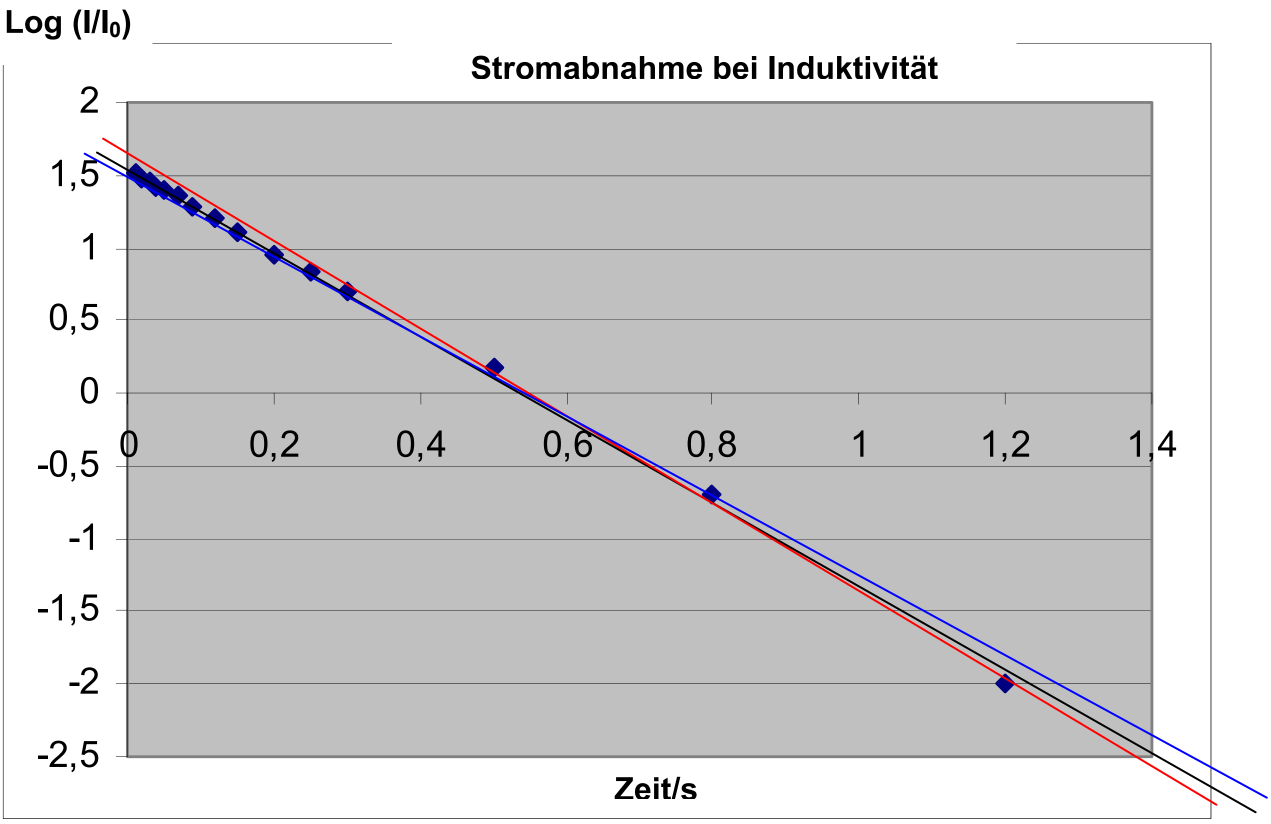
$$F_Z = \frac{F_{\text{R,kuh}}}{g} \cdot a_Z = 4{,}233 \cdot 10^{-10}\ \text{N}$$

$$v_{\text{Zentrifuge}} = \frac{F_Z}{6\pi\eta R_{\text{kuh}}} = 0{,}00374\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = 13{,}47\ \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

Wintersemester 2004/2005	Blatt 5
Studiengang: CI	Semester CI2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043

Aufgabe 5: (31 Punkte)

a)



b) I_0 aus der Zeichnung als Schnittpunkt mit der y-Achse für $t = 0$ s ist 1,55 das entspricht $I_0 = 35{,}5$ A , die Schnittpunkt der minimalen und der maximalen Geraden sind 1,5 mit $I_{0\,\text{min}} = 31{,}6$ A und 1,6 mit $I_{0\,\text{max}} = 44{,}7$ A .

Das Ergebnis lautet daher $I_0 = (36 \pm 7)\,\Omega$

c) Der Gesamtwiderstand der Stromkreises ergibt sich aus der Steigung der Geraden zu $R_{\text{ges}} = (39 \pm 2)\,\Omega$

d) Der Gesamtwiderstand wird berechnet als $R_{\text{ges}} = R_{\text{i}} + R$.
Mit $R = (34{,}0 \pm 0{,}5)\Omega$ ergibt sich für den Innenwiderstand $R = (39 - 34{,}0)\,\Omega = 5\ \Omega$. Der Fehler beträgt $\Delta R = (2 + 0{,}5)\,\Omega = 2{,}5\ \Omega$.

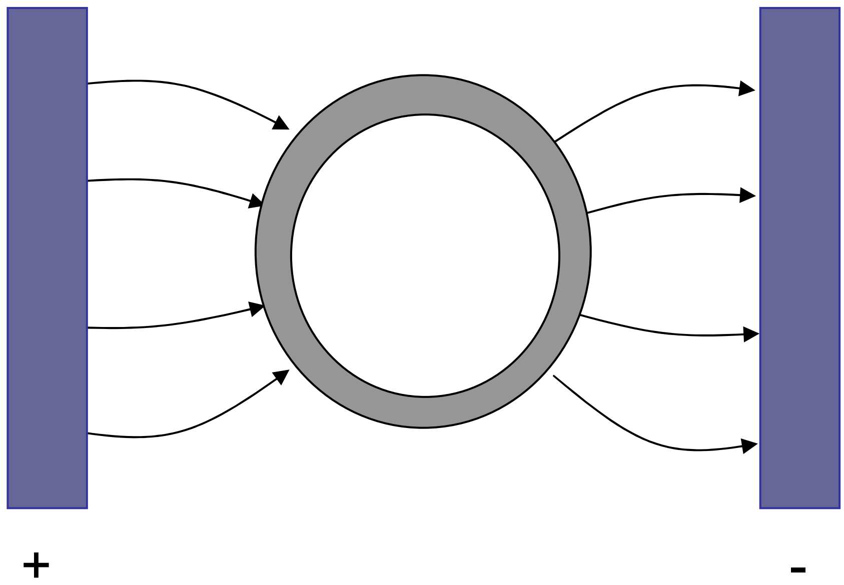
Das Ergebnis für den Innenwiderstand lautet $R_\mathrm{i} = (5 \pm 3)\,\Omega$.

e) Beide Werte stimmen innerhalb der Fehlergrenzen überein.

Wintersemester 2004/2005	Blatt 6
Studiengang: CI	Semester CI2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043

<u>Aufgabe 6:</u> (3 Punkte)

Skizzieren Sie den Feldlinienverlauf des elektrischen Feldes folgender Anordnung.
Die linke Platte trägt positive Ladung, die rechte Platte trägt negative Ladungen und im Innern befindet sich ein elektrisch leitender Metallring.



Wintersemester	2004/2005	Blatt 7
Studiengang:	CI	Semester CI2
Prüfungsfach:	Physik	Fachnummer: CI 2043

<u>Aufgabe 7:</u> (6 Punkte)

Die Anfangswinkelgeschwindigkeit ist Null, das Winkelgeschwindigkeits-Zeitgesetz lautet daher

(1) $\omega(t) = \alpha \cdot t$ und das Winkel-Zeitgesetz lautet

(2) $\varphi(t) = \frac{1}{2}\alpha \cdot t^2$.

Nach t aufgelöst erhält man aus Gleichung (2)

$$t = \sqrt{\frac{2\varphi}{\alpha}}.$$

Eingesetzt in Gleichung (1) ergibt sich für die Winkelgeschwindigkeit

$$\omega(t) = \alpha \cdot \sqrt{\frac{2\varphi}{\alpha}}.$$

Mit dem zurück gelegten Winkel $\varphi = \frac{\pi}{2}$ und der Winkelbeschleunigung $\alpha = 0{,}01\,\frac{1}{s^2}$ wird

$$\omega = 0{,}177\,\frac{1}{s}.$$

Die lineare Geschwindigkeit am Punkt P erhält man aus

$$v = \omega \cdot r = 0{,}177\,\frac{1}{s} \cdot 2\,m = 0{,}344\,\frac{m}{s}.$$

Wintersemester	2004/2005	Blatt 8
Studiengang:	CI	Semester CI2
Prüfungsfach:	Physik	Fachnummer: CI 2043

Aufgabe 8: **(10 Punkte)**

Wenn sich der Gegenstand im Unendlichen befindet gilt $g_\infty \to \infty$ und es folgt

$$\frac{1}{f_\infty} = \frac{1}{g_\infty} + \frac{1}{b} = 0 + \frac{1}{2{,}5\,\text{cm}}$$

Es beträgt diese Brennweite $f_\infty = 2{,}5$ cm **.**

Die vorliegende Brennweite wird mit der Abbildungsgleichung für Dünne Linsen berechnet, dabei $g = 25$ cm und $b = 2{,}5$ cm .

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{25\,\text{cm}} + \frac{1}{2{,}5\,\text{cm}}.$$

Damit folgt $f = \frac{25\,\text{cm}}{11} = 2{,}27\,\text{cm}$ und die Differenz der Brennweiten ist damit

$$\Delta f = f - f_\infty = 2{,}27\text{ cm} - 2{,}5\text{ cm} = -0{,}23\text{ cm}$$

Wintersemester	2004/2005	Blatt 9
Studiengang:	CI	Semester CI2
Prüfungsfach:	Physik	Fachnummer: CI 2043

<u>Aufgabe 9:</u> **(6 Punkte)**

Das Eindringen der Kugel in den Block ist ein unelastischer Stoß, für den der Impulserhaltungssatz gilt

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_\mathrm{B}\,.$$

Nach dem Stoß bewegt sich der Block mit der Geschwindigkeit v_B .

$$v_B = \frac{m_1 v_1}{(m_1 + m_2)} = \frac{0{,}008\ \mathrm{kg} \cdot 290\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{(4\ \mathrm{kg} + 0{,}008\ \mathrm{kg})} = 0{,}579\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Beim Stoß mit der Feder wird die Bewegungsenergie des Blockes in Spannenergie der Feder umgewandelt, es gilt der Energieerhaltungssatz

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2) v_B^2 = \frac{1}{2} c \cdot \Delta x^2\,.$$

Daraus ergibt sich die Strecke Δx , um die die Feder gestaucht wird, zu

$$\Delta x = \sqrt{\frac{(m_1 + m_2) v_\mathrm{B}^2}{c}} = \sqrt{\frac{4{,}008\ \mathrm{kg} \cdot (0{,}579\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}})^2}{1500\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}}} = 0{,}0299\ \mathrm{m}\,.$$