

# 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**

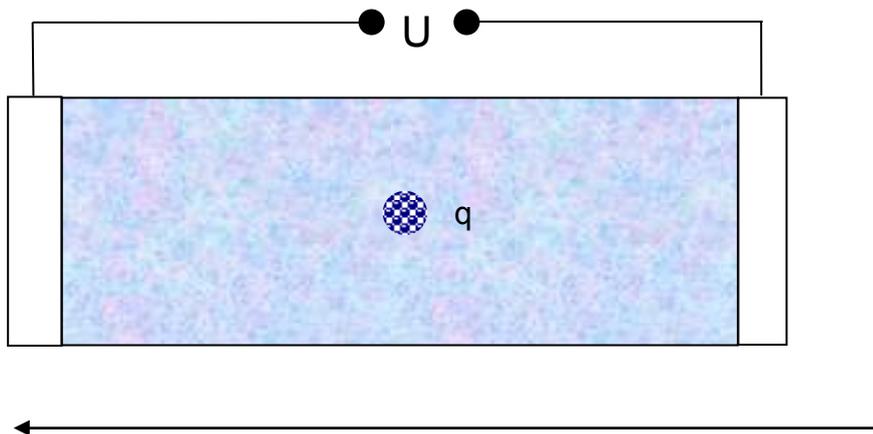
**Bitte verwenden Sie für jede Aufgabe ein separates Blatt!**

## Aufgabe 1: (15 Punkte)

Zwischen zwei zunächst ungeladenen Platten befindet sich eingebettet in Agarose-Gel-Lösung ein als kugelförmig anzunehmendes Protein. Es hat eine Ladung  $q = -0,53 \cdot 10^{-17} \text{ C}$  und einen Durchmesser  $D = 10 \cdot 10^{-9} \text{ m}$  (vgl. Skizze).

Die Reibungskraft durch das Agarose-Gel soll näherungsweise durch das empirisch bestimmte Kraftgesetz  $F_{\text{Reib}} = -a\eta Rv^{\frac{2}{3}}$  beschrieben werden. Dabei bezeichnet  $v$  die Geschwindigkeit der Moleküle,  $R$  ihren Radius und  $a$  eine Konstante mit dem Wert  $a = 0,1085 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^{\frac{1}{3}}$ . Für die Agarose-Gel-Lösung beträgt die Viskosität  $\eta = 5 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ .

Die Platten sind 30 cm voneinander entfernt. Zwischen den Platten liegt eine Spannung von 150 V an.

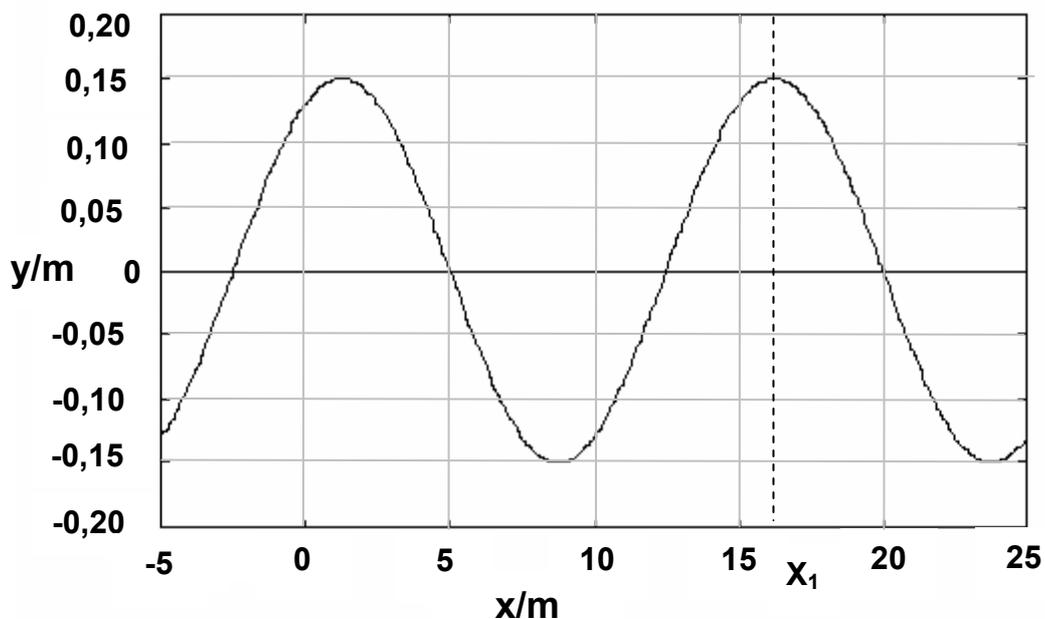


- Wie viele Elektronen hat das Protein zur Ladungsneutralität zu viel?
- Wie groß ist das elektrische Feld zwischen den Platten?
- An welcher der beiden Platten müssen die positiven Ladungen sitzen, damit das Protein nach links wandert?
- Wie groß ist die konstante Geschwindigkeit des Proteins in cm/h?

Wintersemester 2004/2005	Blatt 2
Studiengang: CI	Semester CI2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043

**Aufgabe 2: (15 Punkte)**

Im Wellenkanal werden die Eigenschaften von Wasserwellen untersucht. Dazu hat der mit dieser Aufgabe betraute Diplomat Fotos der Wasseroberfläche angefertigt. Die Skizze zeigt den Verlauf der Wasserlinie zum Zeitpunkt  $t = 0$  s. Nach dem Zeitpunkt der Fotoaufnahme konnte er am Ort  $x_1 = 16,25$  m (Wellenberg) in einem Zeitintervall von  $\Delta t = 22$  s den Durchgang von genau 10 weiteren, in positiver  $x$ -Richtung laufenden Wellenbergen zählen.



Welchen Wert hat:

- die Amplitude  $\hat{y}$ ,
- die Wellenlänge  $\lambda$ ,
- die Phasengeschwindigkeit  $c$ ,
- die Periodendauer  $T$ ,
- der Nullphasenwinkel  $\Phi$ ?
- Wie lautet die genaue Wellenfunktion  $y(x,t)$  dieser Welle? 2

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

**Aufgabe 3: (10 Punkte)**

Paralleles Licht einer Natrium-Spektrallampe mit der Wellenlänge  $\lambda = 589 \text{ nm}$  fällt senkrecht auf einen Doppelspalt, dessen Spaltmitten den Abstand  $g$  besitzen und deren Spaltbreiten jeweils  $b = 0,05 \text{ mm}$  betragen. Die Beugungsfigur wird auf einem dazu parallelen Schirm aufgefangen, der sich im Abstand  $L = 2,25 \text{ m}$  vom Doppelspalt befindet.

Vom Hauptmaximum ( $y = 0 \text{ mm}$ ) aus gemessen, stellt man auf dem Schirm an den folgenden Stellen helle Streifen fest:

$\pm 5 \text{ mm}, \pm 10 \text{ mm}, \pm 15 \text{ mm}, \pm 20 \text{ mm}$

- Berechnen Sie mit diesen Informationen den Abstand  $g$  der beiden Spaltmitten.
- Bestimmen Sie die Lage der Maxima **3.** Ordnung auf dem Schirm.

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

#### **Aufgabe 4: (24 Punkte)**

Technisch gesehen ist Milch eine Emulsion von Fetttropfchen in Wasser (Dichte des Fetts  $\rho_{\text{fett}} = 0,92 \text{ g/cm}^3$ ). In frischer Kuhmilch beträgt der mittlere Radius der Tropfchen  $R_{\text{kuh}} = 4 \text{ }\mu\text{m}$ . Vor der Abfüllung für den Einzelhandel wird die frische Milch noch „homogenisiert“. Dabei werden die darin enthaltenen Fetttropfchen weiter zerteilt, so dass ihr mittlerer Radius am Ende nur noch  $R_{\text{hom}} = 1 \text{ }\mu\text{m}$  beträgt.

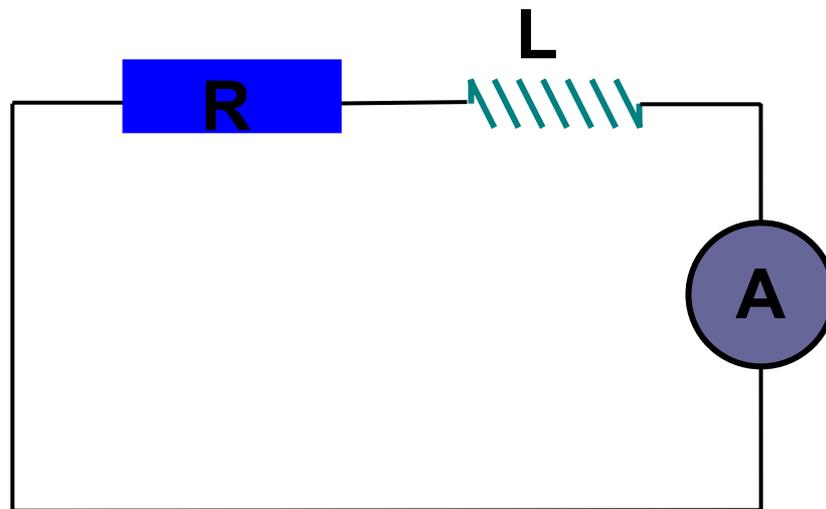
- a) Welche Gewichtskraft  $F_G$  wirkt auf ein Tropfchen mit dem Radius  $R_{\text{kuh}}$  und welche Auftriebskraft  $F_A$  erfährt es in der Milch?
- b) Welche resultierende Kraft  $F_{R,\text{kuh}}$  (bitte Betrag und Richtung angeben) ergibt sich daraus für ein Tropfchen mit Radius  $R_{\text{kuh}}$  in der frischen Kuhmilch?
- c) Welche resultierende Kraft  $F_{R,\text{hom}}$  wirkt auf ein Tropfchen mit Radius  $R_{\text{hom}}$  in der homogenisierten Milch?
- d) Die resultierende Kraft beschleunigt die Tropfchen in der Milch. Sobald diese sich in Bewegung versetzen, entsteht eine der beschleunigenden Kraft entgegengesetzte Reibungskraft, die nach Stokes berechnet werden kann. Nach kurzer Wegstrecke bewegen sich die Tropfchen daher mit konstanter Geschwindigkeit weiter. Wie groß ist diese Geschwindigkeit für die Tropfchen mit  $R_{\text{kuh}}$  und  $R_{\text{hom}}$ ? Viskosität von Wasser:  $\eta = 0,0015 \text{ Ns/m}^2$  (bei  $8 \text{ }^\circ\text{C}$ ).
- e) Welche Zeit benötigen die Tropfchen mit  $R_{\text{kuh}}$  und  $R_{\text{hom}}$ , um aus einer Tiefe von  $10 \text{ cm}$  an die Oberfläche der Milch zu steigen?
- f) Zur technischen Entrahmung verwendet man Zentrifugen und kann daher mit Beschleunigungen arbeiten, die um Größenordnungen über der Erdbeschleunigung  $g$  liegen. Der mit Milch gefüllte Rotor einer solchen Zentrifuge rotiere mit  $3000 \text{ Umdrehungen / min}$ . Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich darin ein Tropfchen mit Radius  $R_{\text{kuh}}$  in radialer Richtung nach innen, wenn es  $20 \text{ cm}$  Abstand zur Drehachse des Rotors hat?

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

**Aufgabe 5: (31 Punkte)**

In einem Stromkreis, der als Bauteile einen Widerstand  $R = (34,0 \pm 0,5) \Omega$ , ein Strommessgerät mit Innenwiderstand  $R_i$  und eine Spule der Induktivität

$L = (6,0 \pm 0,3) \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$  enthält, fließt zunächst ein konstanter Strom  $I$ .



Nach dem Kurzschließen der Spannung erwartet man einen Stromverlauf gemäß

$$I(t) = I_0 e^{-\frac{R_{\text{ges}}}{L} t}$$

Dabei bezeichnet  $I_0$  die maximale Stromstärke direkt nach dem Abschalten,  $L$  die Induktivität der Spule und  $R_{\text{ges}}$  den Gesamtwiderstand im Stromkreis.

Folgende Messwerte für den Strom  $I$  wurden mit dem Ampèremeter aufgenommen. Dabei bezeichnet  $t$  die Zeit nach Abschalten der Spannung.

<b>t / s</b>	0,01	0,03	0,04	0,05	0,07	0,09	0,12	0,15	0,20	0,30	0,50	0,80	1,20
<b>I / A</b>	33,0	29,0	26,5	25,0	22,5	19,0	16,0	13,0	9,00	5,00	1,50	0,20	0,01

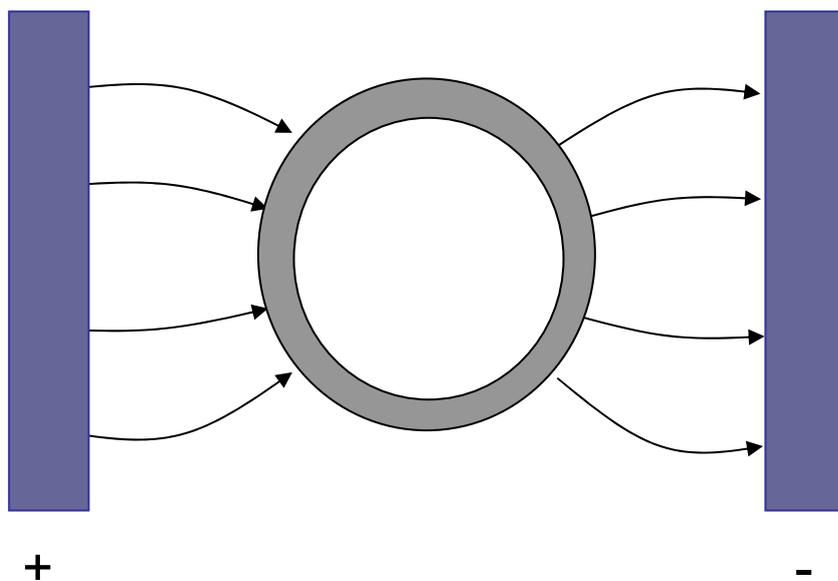
- Stellen Sie den Stromverlauf in geeigneter Weise grafisch dar.
- Wie groß war der Anfangsstrom  $I_0$  (mit Fehler)?
- Berechnen Sie den Gesamtwiderstand  $R_{\text{ges}}$  des Stromkreises mit Fehler.
- Ermitteln Sie aus Ihrer Messung den Innenwiderstand  $R_i$  des Messgerätes und seine Messunsicherheit.

Aus der Anleitung des Messgerätes können Sie entnehmen, dass der Innenwiderstand  $R_i = (5,0 \pm 0,1) \Omega$  betragen soll. Bewerten Sie Ihr Ergebnis.

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

**Aufgabe 6: (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.

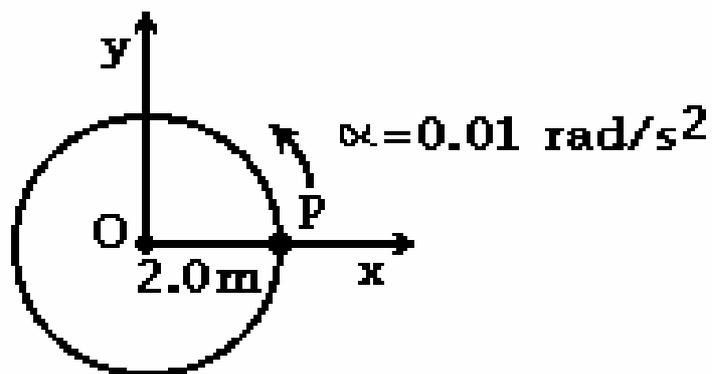


Wintersemester 2004/2005	Blatt 7
Studiengang: CI	Semester CI2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043

**Aufgabe 7: (6 Punkte)**

Auf einer Scheibe (mit Radius  $r = 2\text{ m}$ ) ist ein Punkt P markiert. Zum Zeitpunkt  $t = 0$  ist die Scheibe in Ruhe und der Punkt P befindet sich auf der x-Achse (s. Skizze). Nun erfährt die Scheibe eine Winkelbeschleunigung  $\alpha = 0,01\text{ rad/s}^2$  um den Drehpunkt O.

Welche lineare Geschwindigkeit hat der Punkt P, wenn er die y-Achse erreicht?



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

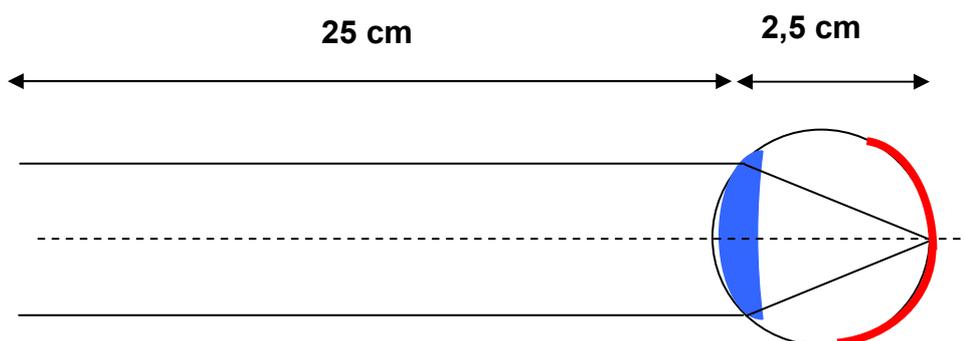
**Aufgabe 8: (10 Punkte)**

Das Auge besteht aus dem System Hornhaut-Linse und der Netzhaut, auf der das Bild entsteht. Beim Auge ist die Brennweite allerdings nicht konstant, sondern kann mit Hilfe des Ziliarmuskels für unterschiedliche Entfernungen des Gegenstandes geändert werden.

Ein Gegenstand, der sich in sehr großer Entfernung („im Unendlichen“) befindet, wird auf der Netzhaut in 2,5 cm Entfernung von der Linse scharf abgebildet (s. Skizze).

Wie stark muss sich die Brennweite des Systems Hornhaut-Linse ändern, wenn der Gegenstand aus „dem Unendlichen“ zum Nahpunkt des Auges in  $s = 25 \text{ cm}$  Entfernung von der Linse bewegt wird?

Nehmen Sie an, das Auge sei eine dünne Linse.



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

**Aufgabe 9: (6 Punkte)**

Eine Kugel (Masse  $m_1 = 8 \text{ g}$  und Anfangsgeschwindigkeit  $v_1 = 290 \text{ m/s}$ ) wird in einen Klotz ( $m_2 = 4 \text{ kg}$ ) geschossen, der auf einer reibungsfreien horizontalen Unterlage ruht. Die Kugel bleibt im Klotz stecken (s. Skizze). Danach komprimieren Klotz und Kugel eine lineare Feder mit der Federkonstanten  $c = 1500 \text{ N/m}$ .

Um welche Strecke  $\Delta x$  wird die Feder zusammengedrückt?

$$c = 1500 \text{ N/m}$$

