

FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

| | |
|--|-----------------------------------|
| Sommersemester 2006 | Zahl der Blätter: 3 Blatt 1 |
| Studiengang: CI, CIB, BT, BTB | Semester: CI1, CIB1, BT1, BTB1 |
| Prüfungsfach: Physik 1 | Fachnummer: 1044, 1040, 1041 |
| Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner | Zeit: 60 min. |

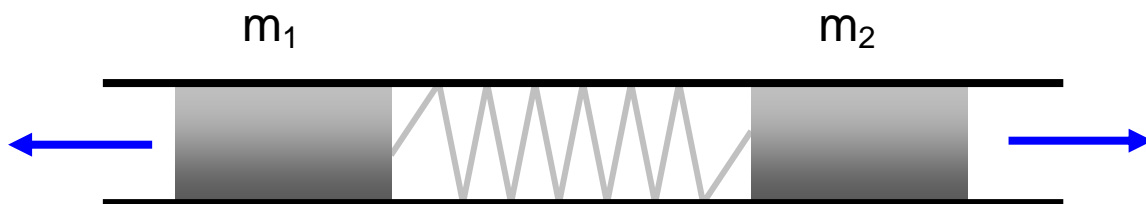
Gesamtpunktzahl: 60

Bitte verwenden Sie für jede Aufgabe ein separates Blatt!

Aufgabe 1: (17 Punkte)

Durch einen Defekt werden in einem Ventil zwei Körper mit $m_1=120\text{ g}$ und $m_2=300\text{ g}$ durch eine sich plötzlich entspannende Feder in entgegengesetzte Richtung aus Ihrer Führung heraus geworfen. Die Feder gibt dabei eine Energie von $E=5\text{ J}$ ab.

Mit welcher Geschwindigkeit verlassen die beiden Körper die Führungen, wenn der Vorgang als reibungsfrei angenommen wird?



Lösungsvorschlag

Es gelten der Energie- und der Impulserhaltungssatz

Energieerhaltungssatz:

$$\frac{1}{2}m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 \cdot v_2^2 = E$$

Impulserhaltungssatz mit Gesamtimpuls vor dem Defekt $p_{\text{Anfang}} = 0$

$$0 = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2$$

Daraus erhält man $m_2 v_2 = -m_1 v_1$ und $v_2 = \frac{-m_1 v_1}{m_2}$

Durch Einsetzen in den Energieerhaltungssatz ergibt sich

$$\frac{1}{2}m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} \frac{m_1^2 \cdot v_1^2}{m_2} = E \quad \text{und damit} \quad v_1 = \sqrt{\frac{E}{\frac{m_1}{2} + \frac{m_1^2}{2m_2}}} = 7,72 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{und} \quad v_2 = -3,09 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

| | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Sommersemester 2006 | Blatt 2 |
| Studiengang: CI, CIB, BT, BTB | Semester: CI1, CIB1, BT1, BTB1 |
| Prüfungsfach: Physik 1 | Fachnummer: 1044, 1040, 1041 |

Aufgabe 2: (27 Punkte)

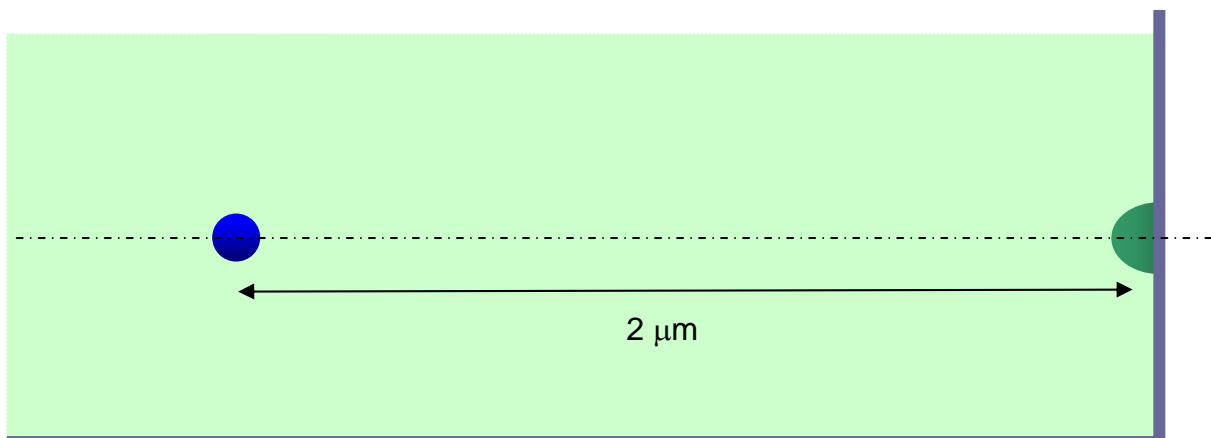
In einer Glycerin-Lösung befindet sich ein als kugelförmig anzunehmendes Protein, auf dem sich 10^6 zusätzliche Elektronen befinden. Es hat einen Durchmesser von $D = 10 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ und eine Masse von $m = 3,67 \cdot 10^{-22} \text{ kg}$. Die Viskosität der Glycerinlösung haben sie als $\eta = 1480 \text{ mPa}$ (20° C , 85%) ermittelt, die relative Dielektrizitätskonstante von Glycerin beträgt $\epsilon_r = 43$.

Das Protein befindet sich im Abstand $x=2 \text{ }\mu\text{m}$ entfernt von einem (immer noch als punktförmig anzunehmenden) Proteinklumpen mit einer Gesamtladung von $Q = -1,602 \cdot 10^{-10} \text{ C}$, der an der Gefäßwand klebt.

- Wie groß ist die Kraft zwischen dem einzelnen Protein in der Lösung und dem Proteinklumpen an der Gefäßwand?
- In welche Richtung bewegt sich das Proteinmolekül?
- Zeichnen Sie die Feldlinien in die unten stehende Skizze ein.
- Wie groß ist die anfängliche Beschleunigung, die das Proteinmolekül erfährt?

Angenommen, die Kraft auf das Proteinmolekül bleibt konstant.

- Mit welcher maximalen Endgeschwindigkeit bewegt es sich dann?



Lösungsvorschlag:

a)

Wie groß ist die Kraft zwischen dem einzelnen Protein in der Lösung und dem Proteinklumpen an der Gefäßwand?

Die Coulombkraft beträgt

$$F_{el} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} = 2,09 \cdot 10^{+8} \cdot \frac{-1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 10^6 \text{ C} \cdot -1,602 \cdot 10^{-10} \text{ C}}{(2 \cdot 10^{-6} \text{ m})^2}$$
$$= 2,09 \cdot 10^{+8} \cdot \frac{(-1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 10^6 \text{ C}) \cdot (-1,602 \cdot 10^{-10} \text{ C})}{(2 \cdot 10^{-6} \text{ m})^2} \text{ N} = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

b) In welche Richtung bewegt sich das Proteinmolekül? Abstoßende Kraft zwischen gleichnamigen Ladungen, nach links.

c) Skizze

d) Wie groß ist die anfängliche Beschleunigung, die das Proteinmolekül erfährt?

Die Beschleunigung des Proteinmoleküls beträgt $a = \frac{F_{el}}{m}$.

Die Masse des Moleküls wird beträgt $m = 3,67 \cdot 10^{-22} \text{ kg}$

Damit wird die Beschleunigung $a = \frac{1,34 \cdot 10^{-3} \text{ N}}{3,67 \cdot 10^{-22} \text{ kg}} = 0,365 \cdot 10^{-19} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

e) Mit welcher maximalen Endgeschwindigkeit bewegt es sich dann?

Bei konstanter Coulombkraft ist $F_{el,max} = F_{Stokes} = -6\pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$ und die maximale

$$\text{Geschwindigkeit damit } v_{max} = \left| \frac{F_{el,max}}{-6\pi \cdot \eta \cdot r} \right| = \left| \frac{1,34 \cdot 10^{-3} \text{ N}}{-6\pi \cdot 1,480 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 5 \cdot 10^{-9} \text{ m}} \right| = 9,61 \cdot 10^{+3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

| | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Sommersemester 2006 | Blatt 3 |
| Studiengang: CI, CIB, BT, BTB | Semester: CI1, CIB1, BT1, BTB1 |
| Prüfungsfach: Physik 1 | Fachnummer: 1044, 1040, 1041 |

Aufgabe 3: (16 Punkte)

In einem Regenwassertank befindet sich Wasser (Dichte $\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) mit zu einer

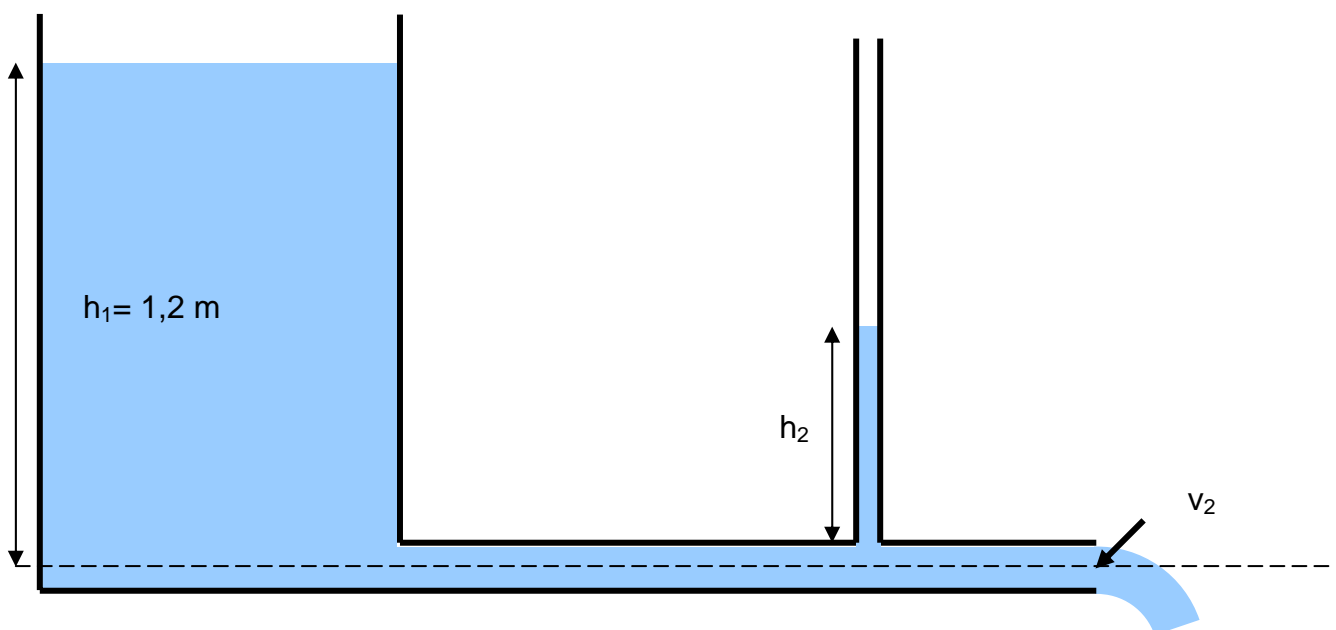
Füllhöhe von $h_1 = 1,2 \text{ m}$. Das Wasser kann über einen dünnen Schlauch mit vernachlässigbarem Durchmesser am unteren Ende ausströmen. Im Schlauch ist zur Kontrolle ein Steigrohr angebracht.

Zunächst befindet sich ein Stopfen im Schlauchende, so dass kein Wasser ausfließen kann.

- Wie hoch steht das Wasser im Steigrohr?
- Wie hoch ist der Druck am unteren Ende des Steigrohres?

Der Stopfen wird nun entfernt und das Wasser strömt aus (Reibung soll vernachlässigt werden).

- Mit welcher Geschwindigkeit strömt das Wasser aus dem Schlauchende, wenn sie annehmen, dass sich die Füllhöhe im Tank praktisch nicht ändert?
- Wie hoch steht nun das Wasser im Steigrohr?



Lösungsvorschlag:

a) Wie hoch steht das Wasser im Steigrohr? Der Schlauchdurchmesser kann vernachlässigt werden.

Das Wasser steht im Steigrohr genauso hoch wie im Tank

$$h_1 = h_2 = 1,2 \text{ m.}$$

b) Wie hoch ist der Druck am unteren Ende des Steigrohres?

Der hydrostatische Druck in der Tiefe h beträgt $p_h = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$

Mit $h_1 = h_2 = 1,2 \text{ m}$ und $p_0 = 1013 \text{ hPa}$ wird

$$p_h = 1013 \cdot 10^2 \text{ Pa} + 1 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,2 \text{ m} = 113072 \text{ Pa} = 1130,72 \text{ hPa.}$$

c) Mit welcher Geschwindigkeit v_2 strömt das Wasser aus dem Schlauchende, wenn sie annehmen, dass sich die Füllhöhe im Tank praktisch nicht ändert?

$$\text{Es gilt das Toricellische Ausflussgesetz } v_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,2 \text{ m}} = 4,85 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

d) Wie hoch steht nun das Wasser im Steigrohr?

Es gilt das Bernoulligesetz für das waagerechte Rohr. Der Gesamtdruck im Ausflussrohr ist konstant, bei erhöhter Ausflussgeschwindigkeit vermindert sich der statische Druck.

Der statische Druck hält dem hydrostatischen Druck im Steigrohr die Waage.

$$p_{\text{ges}} = p_{\text{statisch}} + p_{\text{dynamisch}} = (\rho \cdot g \cdot h_3 + p_h) + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2.$$

Aufgelöst nach der neuen Steighöhe h_3 ergibt sich

$$h_3 = \frac{p_{\text{ges}} - \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 - p_h}{\rho \cdot g} = \frac{113072 \text{ Pa} - \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (4,85 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 - 101300 \text{ Pa}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,001096 \text{ m}$$

$$h_3 = 1,096 \text{ mm}$$