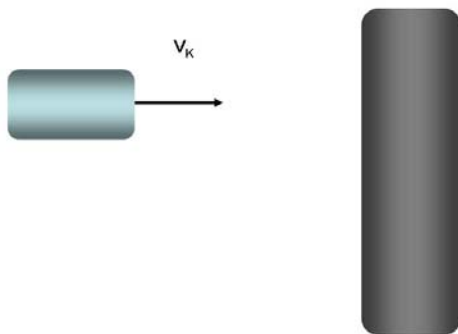


Wintersemester 2007	Blatt 1 (von 4)
Studiengang: BT(B)1 / CI(B)1	Semester 1
Prüfungsfach: Physik 1	Fachnummer: 1040 1041 (B)
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 60 Minuten

Gesamtpunktzahl: 60

Aufgabe 1: (26 Punkte)



$$J_{z, \text{Quader}} = \frac{1}{12} m (b^2 + l^2)$$

Nach einem überraschend einsetzenden Nachtfrost im Herbst rollt ein fahrerloser Hänger ($m_H = 100 \text{ kg}$) mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h auf eine ebene Kreuzung zu. Mitten auf der Kreuzung steht ein liegen gebliebener Bus ($m_B = 7,5 \text{ t}$). Beide Fahrzeuge haben Sommerreifen aufgezogen. Der Hänger fährt auf den 15 m langen und 2 m breiten Bus 2 m von seiner Vorderseite entfernt auf. Er verkeilt sich im Bus.

Nehmen Sie an, dass die Reibung zwischen den Sommerreifen und dem Eis vernachlässigbar klein ist.

a) Wie groß ist der Drehimpuls des Hängers bezüglich des Schwerpunktes des Busses beim Aufprall?

Der Schwerpunkt des Busses liegt in der Mitte des Busses, $7,5 \text{ m}$ von der Frontseite aus, also ist der Abstand vom Aufprallpunkt zum Schwerpunkt $r=5,5 \text{ m}$.

$$L = r \cdot m_H \cdot v_H = 5,5 \text{ m} \cdot 100 \text{ kg} \cdot \frac{50}{3,6} \text{ ms}^{-1} = 7639 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}$$

b) Wie groß ist nach dem Aufprall das Massenträgheitsmoment von Bus und Hänger? Betrachten Sie den Hänger als Punktmasse.

Der Bus ist als Quader anzusehen. Bus und Hänger rotieren nach dem Aufprall um den gemeinsamen Schwerpunkt.

Der gemeinsame Schwerpunkt liegt von der Frontseite des Busses ($x=0$ m) aus gemessen bei:

$$x_{S_{neu}} = \frac{2m \cdot 100kg + 7,5m \cdot 7500kg}{100kg + 7500kg} = 7,42 \text{ cm}, \text{ d. h. } 8 \text{ cm von der Mitte des Busses}$$

und vom Schwerpunkt des Busses entfernt.

Berechnung bei Vernachlässigung der Verschiebung des Schwerpunktes, Bus und Hänger rotieren um den Schwerpunkt des Busses:

Der Hänger ist als Punktmasse zu betrachten. Der Abstand des Hängers von der Rotationsachse, dem Schwerpunkt des Busses, beträgt $a=5,5$ m.

$$\begin{aligned} J_{B+H} &= \frac{1}{12} \cdot m_B (l^2 + b^2) + (a)^2 \cdot m_H = \frac{1}{12} \cdot 7500kg_B \left((15m)^2 + (2m)^2 \right) + (5,5m)^2 \cdot 100kg \\ &= 143125 \text{ kg m}^2 + 3025 \text{ kg m}^2 = 146150 \text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

Genauere Berechnung:

Der Hänger ist als Punktmasse zu betrachten. Der Abstand für die Berechnung des Massenträgheitsmomentes des Hängers vom neuen Schwerpunkt beträgt $a=5,42$ m.

Für die Berechnung des Massenträgheitsmomentes des Busses muss jetzt noch der Steineranteil für den Abstand der neuen Drehachse von $c=0,08$ m berücksichtigt werden

$$\begin{aligned} J_{B+H} &= \frac{1}{12} \cdot m_B (l^2 + b^2) + c(a)^2 \cdot m_B + (a)^2 \cdot m_H \\ &= \frac{1}{12} \cdot 7500kg_B \left((15m)^2 + (2m)^2 \right) + (0,08m)^2 \cdot 7500kg + (5,42m)^2 \cdot 100kg \\ &= 143125 \text{ kg m}^2 + 48 \text{ kg m}^2 + 2938 \text{ kg m}^2 = 146111 \text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

Der Unterschied im gemeinsamen MTM ist so klein, dass die Verschiebung des Schwerpunktes vernachlässigt werden kann.

c) Wie groß ist die Rotationsgeschwindigkeit des Busses nach dem Aufprall?

Da ohne Reibung auf der horizontalen Fläche kein äußeres Drehmoment wirkt gilt der Drehimpulserhaltungssatz

Allgemein gilt $L_H^V + L_B^V = L_H^N + L_B^N$

d. h. in diesem Fall $r \cdot m_H \cdot v_H + 0 = J_{B+H} \varpi$

$$\varpi r = \frac{r \cdot m_H \cdot v_H}{J_{B+H}} = \frac{7639 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}}{146111 \text{kg} \cdot \text{m}^2} = 0,052 \frac{1}{\text{s}}$$

d) Mit welcher Geschwindigkeit und in welche Richtung (bitte einzeichnen) bewegt sich der Schwerpunkt des Busses nach dem Aufprall?

Der Schwerpunkt des Busses bewegt sich horizontal geradlinig nach rechts. Da keine äußeren Kräfte wirken, gilt der Impulserhaltungssatz

$$p_H^V + p_B^V = p_H^{N/} + p_B^N$$

$$p_H^V + 0 = p_H^{N/} + p_B^N$$

$$m_H v_H = (m_H + m_B) \cdot v_{ges}$$

$$v_{ges} = \frac{100 \text{kg} \cdot 13,89 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{(7500 \text{kg} + 100 \text{kg})} = 0,183 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,659 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

e) Welcher Anteil in Prozent der ursprünglichen Energie wurde beim Aufprall in Arbeit umgewandelt?

Die der Bewegung verloren gegangene Energie E_{Verlust} ist die Differenz der kinetischen Energie vor $E_{\text{ges,vor}}$ und nach dem Aufprall $E_{\text{ges,nach}}$

$$E_{\text{Verlust}} = E_{\text{ges,v}} - E_{\text{ges,n}} = E_{\text{kin,v}} - (E_{\text{kin,n}} + E_{\text{rot,n}})$$

$$E_{\text{Verlust}} = \frac{1}{2} m_H v_H^2 - \left(\frac{1}{2} (m_H + m_B) v_{\text{ges}}^2 + \frac{1}{2} J_{H+B} \omega^2 \right) = 9645,1 \text{J} - 127,3 \text{J} - 197,6 \text{J} = 9320,2 \text{J}$$

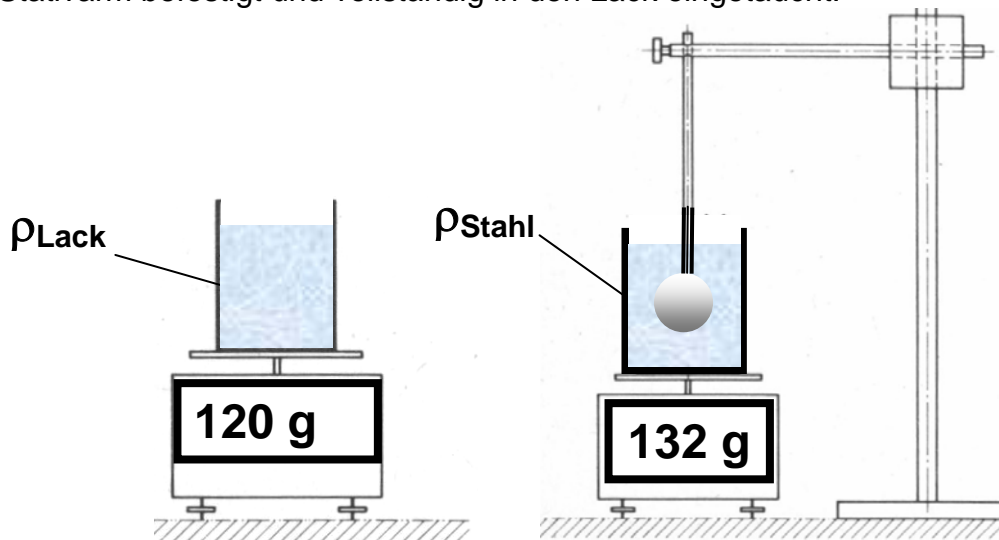
$$p = \frac{E_{\text{Verlust}}}{E_{\text{vor}}} \cdot 100\% = \frac{9320,2 \text{J}}{9645,1 \text{J}} = 0,97 \cdot 100\% = 97\%$$

97 % der Anfangsenergie sind in Deformationsarbeit umgewandelt worden und der Bewegung verloren gegangen.

Wintersemester 2006	Blatt 2 (von 4)
Studiengang: BT(B)1 / CI(B)1	Semester 1
Prüfungsfach: Physik 1	Fachnummer: 1040 1041 (B)
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 60 Minuten

Aufgabe 2: (14 Punkte)

In einem Becherglas werden 100 g Lack ($\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$) eingewogen. Eine Kugel aus Stahl ($\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$) mit dem Volumen $V = 10 \text{ ml}$ wird an einem dünnen Stativarm befestigt und vollständig in den Lack eingetaucht.



a) Welchen Wägewert zeigt die Waage nach dem vollständigen Eintauchen der Dichtekugel an?

Auf der Waage wird zusätzlich zur Masse des Lackes von 120 g (durch die Gewichtskraft des Lackes auf die Waage) noch die Masse des von der Dichtekugel verdrängten Lackes angezeigt, die durch die Auftriebskraft der Dichtekugel im Lack verursacht wird, sie hat den Wert $10 \text{ ml} \cdot 1,20 \text{ g/ml} = 12,0 \text{ g}$. Damit erhält man insgesamt 132 g.

b) In einem zweiten Experiment wird eine Kunststoffkugel ($\rho = 950 \text{ kg/m}^3$) mit demselben Volumen eingetaucht. Was zeigt die Waage jetzt an?

Die Waage zeigt den gleichen Wert von 132,0 g an, da die Auftriebskraft und auch die Masse der verdrängten Flüssigkeit gleich bleibt, sie hängt nicht von der Masse der eingetauchten Kugel ab.

Wintersemester 2006	Blatt 3 (von 4)
Studiengang: BT(B)1 / CI(B)1	Semester 1
Prüfungsfach: Physik 1	Fachnummer: 1040 1041 (B)
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 60 Minuten

Aufgabe 3: (10 Punkte)

Zwei Bioreaktoren sind über ein Manometer verbunden (s. Skizze).

- a) Wie groß ist der Höhenunterschied h im Manometer, wenn im linken Reaktor ein Druck von $p_1 = 2100 \text{ hPa}$, im rechten Reaktor ein Druck von $p_2 = 980 \text{ hPa}$ herrscht?

Der hydrostatische Druck lautet $p + \rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot g \cdot h_{\text{Flüssigkeit}} = p_{\text{ges}}$

Für ein U-Rohr-Manometer gilt damit im Gleichgewicht bei einer Druckdifferenz von Δp für die Höhendifferenz der beiden Flüssigkeitssäulen Δh

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

$$\Delta h = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} = \frac{1200 \text{ hPa} - 980 \text{ hPa}}{13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,165 \text{ m} = 16,5 \text{ cm}$$

Durch das Aufkochen gelangt links eine 10 cm hohe Wassersäule ins Manometer.

- b) Um welchen Betrag und in welche Richtung ändert sich die Höhe der rechten Manometersäule?

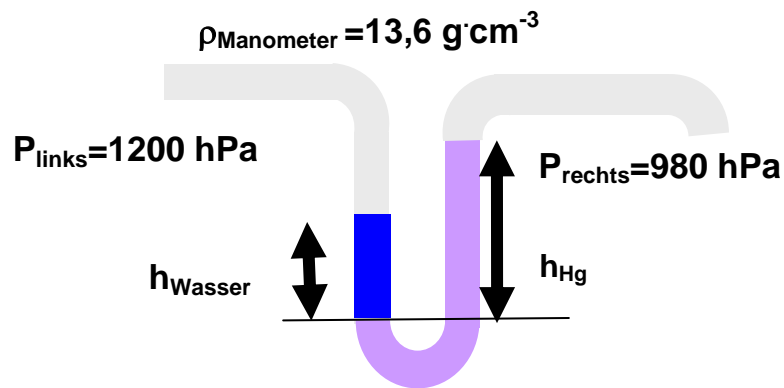
Als Nulllinie wird die Unterkante der Wassersäule auf der linken Seite angenommen. Der Druck ist auf der gleichen Höhe in beiden Schenkeln gleich groß.

$$p_{\text{links}} + \rho_{\text{Wasser}} \cdot g \cdot h_{\text{Wasser}} = p_{\text{rechtss}} + \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_{\text{Hg}}$$

$$(p_{\text{links}} + p_{\text{rechtss}}) = \Delta p$$

$$h_{\text{Hg}} = \frac{\Delta p + \rho_{\text{Wasser}} \cdot g \cdot h_{\text{Wasser}}}{\rho_{\text{Hg}} \cdot g} = 0,172 \text{ m} = 17,2 \text{ cm}$$

Damit ändert sich der Höhenunterschied der Quecksilbersäule um $17,2 \text{ cm} - 16,5 \text{ cm} = 0,7 \text{ cm}$, die rechte Säule steigt daher um die Hälfte der Differenz, also um $0,35 \text{ cm}$ an.



Wintersemester 2006	Blatt 4 (von 4)
Studiengang: BT(B)1 / CI(B)1	Semester 1
Prüfungsfach: Physik 1	Fachnummer: 1040 1041 (B)
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 60 Minuten

Aufgabe 4: (10 Punkte)

Ein Kondensator soll für den Betrieb einer UV-Blitzlampe ausgelegt werden. Die Lampe benötigt eine elektrische Leistung von 100 W für die Dauer von 1 ms.

- Zeichnen sie den Feldlinienverlauf bei angelegter Spannung in die Skizze ein.
- Wie groß muss die im Kondensator gespeicherte Energie nach dem Aufladen mindestens sein?

$$E_{el} = P \cdot t = 100W \cdot 10^{-3}s = 0,1J$$

Die Betriebsspannung beträgt $U=220$ V. Die Kondensatorplatten haben eine Breite von 10 cm und werden mit einer dazwischen gelegten Kondensatorfolie aufgewickelt. Die Kondensatorfolie hat eine relative Dielektrizitätskonstante von $\epsilon_r = 4$ und eine Dicke von 1 μ m.

- Wie groß ist die benötigte Kapazität des Kondensators?

Für die im Kondensator gespeicherte Energie gilt

$$E_{el} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$$

Die Kapazität muss daher folgende Größe haben

$$C = \frac{2 \cdot E_{el}}{U^2} = \frac{2 \cdot (0,1J)}{(220V)^2} = 4,132 \cdot 10^{-6} F$$

- Wie lang müssen die Kondensatorplatten sein?

Die Kapazität eines Kondensator hängt von seinen geometrischen Dimensionen ab, mit $A = l \cdot b$ gilt

$$C = \epsilon \frac{A}{d} = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \frac{A}{d} = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \frac{l \cdot b}{d}$$

Daraus erhält man für die Länge l der Kondensatorplatten

$$l = \frac{C \cdot d}{b \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} = \frac{4,132 \cdot 10^{-6} F \cdot 10^{-6} m}{0,1m \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot 4} = 1,1668 m$$

