

FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Wintersemester 2004/2005	Zahl der Blätter: 7 Blatt 1
Studiengang: ETD	Semester ETD1
Prüfungsfach: Experimentalphysik 1	Fachnummer: ETD 1033
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 60 min.

Gesamtpunktzahl: 60

Bitte verwenden Sie für jede Aufgabe ein separates Blatt!

Aufgabe 1: (4 Punkte)

Die mittlere Beschleunigung a ist definiert als

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}.$$

Die Geschwindigkeitsänderung ist hier (Vorzeichen der Geschwindigkeiten beachten!)

$$\Delta v = v_{\text{Ende}} - v_0 = -26 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} = -56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Damit wird die Beschleunigung

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-56 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{20 \cdot 10^{-3} \text{s}} = -2800 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Wintersemester 2004/2005	Blatt 2
Studiengang: ETD	Semester ETD1
Prüfungsfach: Experimentalphysik 1	Fachnummer: ETD 1033

Aufgabe 2: (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 $v = \omega \cdot r = 0,177 \frac{1}{s} \cdot 2m = 0,354 \frac{m}{s}$.

Wintersemester 2004/2005	Blatt 3
Studiengang: ETD	Semester ETD1
Prüfungsfach: Experimentalphysik 1	Fachnummer: ETD 1033

Aufgabe 3: (8 Punkte)

a) Die Arbeit W ist definiert als $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{x}$. Im Kraft-Weg-Diagramm entspricht das Integral der Fläche unter der $F(x)$ -Kurve im betrachteten Intervall.

Die von der Kraft im Intervall $x=0$ m bis $x=8$ m geleistete Arbeit entspricht der Fläche des

Dreiecks. Da Kraft und Weg parallel sind ist $W = \int_{x=0\text{m}}^{x=8\text{m}} F \cdot dx = \frac{1}{2} \cdot 5\text{N} \cdot 8\text{m} = 20\text{Nm}$.

b) Die am Wagen geleistete Arbeit erhöht die kinetische Energie des Wagens

$$\text{um } W = \Delta E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2.$$

Die Gesamtenergie des Wagens beträgt damit

$$E_{\text{kin,ges}} = \frac{1}{2}mv_A^2 + W = \frac{1}{2}mv_{\text{End}}^2.$$

und die Endgeschwindigkeit wird $v_{\text{End}} = \sqrt{\frac{2W}{m} + v_A^2} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Wintersemester 2004/2005	Blatt 4
Studiengang: ETD	Semester ETD1
Prüfungsfach: Experimentalphysik 1	Fachnummer: ETD 1033

Aufgabe 4: (6 Punkte)

Bei einer Kreisbewegung mit konstanter Geschwindigkeit wirken auf die Masse m im Gleichgewicht die Zentripetal- und die Zentrifugalkraft, die beide gleich groß sind.

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

Die Zentripetalkraft muss von der Feder aufgebracht werden und bewirkt eine Ausdehnung der Feder. Die Federkraft lautet nach dem Hookeschen Gesetz

$$F_{\text{Feder}} = -c \cdot x, \text{ dabei ist } x \text{ die Strecke, um die die Feder gedehnt wird.}$$

Die Kraft, die die Feder ausdehnt, ist daher $-F_{\text{Feder}} = c \cdot x$. Der Kreisradius r entspricht der Länge der gedehnten Feder L .

Daher gilt im Gleichgewicht $\frac{mv^2}{L} = c \cdot x$ und $x = \frac{mv^2}{c \cdot L} = \frac{0,4 \text{ kg} \cdot (2 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{30 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0,6 \text{ m}} = 0,0889 \text{ m}.$

Die Gleichgewichtslänge L_0 der Feder ist $L_0 = L - x = 0,6 \text{ m} - 0,0889 \text{ m} = 0,511 \text{ m}.$

Wintersemester 2004/2005	Blatt 5
Studiengang: ETD	Semester ETD1
Prüfungsfach: Experimentalphysik 1	Fachnummer: ETD 1033

Aufgabe 5: (6 Punkte)

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

$$m_K v_K = (m_B + m_K) v_B.$$

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

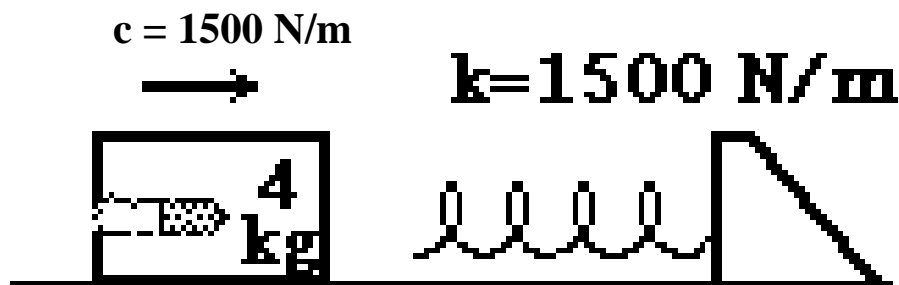
$$v_B = \frac{m_K v_K}{(m_B + m_K)} = \frac{0,008 \text{ kg} \cdot 290 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{(4 \text{ kg} + 0,008 \text{ kg})} = 0,579 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

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

$$\frac{1}{2} m_B v_B^2 = \frac{1}{2} c \cdot \Delta x^2.$$

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

$$\Delta x = \sqrt{\frac{m_B v_B^2}{c}} = \sqrt{\frac{4 \text{ kg} \cdot (0,579 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{1500 \frac{\text{N}}{\text{m}}}} = 0,0299 \text{ m}.$$



Wintersemester 2004/2005	Blatt 6
Studiengang: ETD	Semester ETD1
Prüfungsfach: Experimentalphysik 1	Fachnummer: ETD 1033

Aufgabe 6: (17 Punkte)

- a) Ein Tröpfchen mit Radius $R_{\text{kuh}} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ hat ein Volumen $V_{\text{kuh}} = \frac{4}{3} \pi R_{\text{kuh}}^3$
Gewichtskraft: $F_{\text{Gkuh}} = m g = \rho_{\text{fett}} V_{\text{kuh}} g = \rho_{\text{fett}} \frac{4}{3} \pi R_{\text{kuh}}^3 g = 2,42 \cdot 10^{-12} \text{ N}$
Auftriebskraft: $F_{\text{Akuh}} = m_{\text{H}_2\text{O}} g = \rho_{\text{H}_2\text{O}} V_{\text{kuh}} g = (\rho_{\text{H}_2\text{O}} / \rho_{\text{fett}}) F_{\text{G}} = 2,63 \cdot 10^{-12} \text{ N}$
- b) $F_{\text{reskuh}} = F_{\text{Akuh}} - F_{\text{Gkuh}} = 0,2104 \cdot 10^{-12} \text{ N}$, diese Kraft ist nach oben gerichtet
- c) Kräftegleichgewicht mit Stokes-Reibung: $F_{\text{R}} = 6 \pi \eta R v = F_{\text{res}}$ damit
Frischmilch: $v_{\text{kuh}} = F_{\text{resk}} / (6 \pi \eta R_{\text{kuh}}) = 1,860 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$
- d) Zeit für Strecke 0.1 m
 $v = s / t$, daraus $t = s / v$:
Frischmilch: $t = 53755 \text{ s} = 14,93 \text{ h} \approx 15 \text{ h}$
- e) Zentrifugalbeschleunigung a_{Z} in Zentrifuge, Kreisbahn mit Radius 0,2 m :
 $a_{\text{Z}} = \omega^2 R = (2 \pi / T)^2 R = (2 \pi 3000 / 60 \text{ s})^2 0,2 \text{ m} = 1,974 \cdot 10^4 \text{ m/s}^2$
 $F_{\text{Z}} = F_{\text{reskuh}} (a_{\text{Z}} / g) = 4,233 \cdot 10^{-10} \text{ N}$
 $v_{\text{zentrifuge}} = F_{\text{Z}} / (6 \pi \eta R_{\text{kuh}}) = 0,00374 \text{ m/s} = 13,47 \text{ m / h}$

Wintersemester 2004/2005	Blatt 7
Studiengang: ETD	Semester ETD1
Prüfungsfach: Experimentalphysik 1	Fachnummer: ETD 1033

Aufgabe 7: (16 Punkte)

- a) einzuspeichernde mechanische Energie : $E_{\text{mech}} = E_{\text{el}} = 18 \text{ MJ}$
 Maximale Winkelgeschwindigkeit: $\omega_{\text{max}} = 3300 \text{ U / min}$, damit also
 $\omega_{\text{max}} = 2 \pi (1/T) = 2 \pi 3300 / (60 \text{ s}) = 345,6 \text{ rad/s}$
 $E_{\text{mech}} = (1/2) J \omega^2 \rightarrow$

Massenträgheitsmoment mindestens

$$J_{\text{min}} = 2 E_{\text{mech}} / \omega_{\text{max}}^2 = 301,41 \text{ kgm}^2$$

- c) Scheibe: $J_S = (1/2) MR^2$, Dichte homogen über Scheibe hinweg

$$\text{Radius } R = (2 J_{\text{min}} / M)^{1/2} = (2 \times 301,4 \text{ kgm}^2 / 2500 \text{ kg})^{1/2} = 0,491 \text{ m}$$

(Angenommen, Scheibe bestünde aus Stahl der Dichte $\rho = 7,86 \text{ g/cm}^3$. Aus der Masse $m = \rho V = \rho \pi R^2 h$ ergäbe sich dann eine Dicke $h = 0,420 \text{ m}$)

- c) Maximale Leistungsentnahme $P_{\text{max}} = 40 \text{ kW} = 40000 \text{ Nm / s}$

Zeit, bis Energie verbraucht ist: $t = E_{\text{el}} / P_{\text{max}} = 18 \text{ MJ} / 40(\text{kJ/s}) = 450 \text{ s} = 7,5 \text{ min}$