Sommersemester 2004	Blatt 1 von 3
Studiengang: CI, BT	Semester 1
Prüfungsfach: Physik 1	Fachnummern: CI 1044, BT 1040
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 90 min.

Lösungen ohne Gewähr!

<u>Aufgabe 1</u> (insgesamt 25 Punkte)

a) (2 Punkte)

Es gilt $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ und damit $m = \frac{F}{a+g} = \frac{60\,N}{10\,ms^{-2} + 9{,}81\,ms^{-2}} = 3{,}03$ kg.

b) (6 Punkte)

Impulserhaltungssatz $m_1 v_1 = m_2 v_2'$ (1)

Energieerhaltungssatz $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2'^2$ (2)

(2) : (1) liefert $v_1 = v_2'$ und damit nach (1) $m_1 = m_2 = 100$ g.

c) (8 Punkte)

1) bleibt gleich, Drehimpulserhaltungssatz $\vec{L}_{vor} = \vec{L}_{nach}$
2) nimmt ab, da der Abstand der Arme zur Drehachse kleiner wird, für einen Massenpunkt gilt $J = m \cdot r^2$
3) nimmt zu wegen DIES
4) nimmt zu, die beim Heranziehen der Armen hereingesteckte Arbeit W erhöht die Gesamtenergie des Systems Einkunstläufer $W = E_{rotEnde} - E_{rotAnfang}$ und damit seine kinetische Energie.

Beweis: die kinetische Energie ist hier als Rotationsenergie $E_{rot} = \frac{1}{2} J\ \omega^2$ vorhanden und kann mit $L = J\ \omega$ ausgedrückt werden als $E_{rot} = \frac{1}{2}(J\omega)\omega = \frac{1}{2} L\omega$.

Damit wird

$$E_{rotEnde} > E_{rotAnfang} = \frac{1}{2} L_{vor}\,\omega_{Ende} > \frac{1}{2} L_{nach}\,\omega_{Anfang}$$

da nach (1) $\vec{L}_{vor} = \vec{L}_{nach}$ und nach (3) $\vec{\omega}_{Ende} > \omega_{Anfang}$ ist.

d) (4 Punkte)

Die Schwingungsdauer einer ungedämpften idealen Schraubenfeder ist $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m_0}{c}}$. Es soll gelten $2T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m_0 + 0{,}06\,\mathrm{kg}}{c}}$ und

$2 \cdot 2\pi\sqrt{\frac{m_0}{c}} = 2\pi\sqrt{\frac{m_0 + 0{,}06\,\mathrm{kg}}{c}}$.

Aufgelöst nach m_0 erhält man $m_0 = \frac{0{,}06\,\mathrm{kg}}{3} = 0{,}02\,\mathrm{kg}$

e) (5 Punkte)

Für die Abnahme der Amplitude gilt nach einer ganzzahligen Anzahl von Schwingungsperioden

$\frac{y(t)}{y(t + nT_d)} = e^{\delta n T_d}$ und damit $\frac{1}{1/3} = e^{\delta n T_d}$.

Mit $T_0 = T_d$, $T_0 = \frac{1}{f_0}$, $\omega_0 = 2\pi \cdot f_0$ und $\delta = D \cdot \omega_0$ folgt

$3 = e^{D\omega_0 n \frac{1}{f_0}}$, $\ln(3) = D\omega_0 n \frac{1}{f_0}$ und $D = \frac{\ln(3)}{\omega_0 n \frac{1}{f_0}} = \frac{\ln(3)}{6\pi} = 0{,}058$

Sommersemester 2004		Blatt 2
Studiengang:	CI, BT	Semester 1
Prüfungsfach:	Physik 1	Fachnummern: CI 1044, BT 1040

Aufgabe 2 **(18 Punkte)**

a)Für die mittlere Leistung gilt

$$\overline{P}_{Gen} = \left|\frac{W}{\Delta t}\right| = \left|\frac{E_{rot,Ende} - E_{rot,Anfang}}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\frac{1}{2}J_S\,\omega^2_{Ende} - \frac{1}{2}J_S\,\omega^2_{Anfang}}{\Delta t}\right|$$

. Aufgelöst erhält man mit

$\omega = 2\pi n$ für das Massenträgheitsmoment J_S des Schwungrades

$$J_S = \left|\frac{2\cdot\overline{P}_{Gen}\cdot\Delta t}{\omega^2_{Ende} - \omega^2_{Anfang}}\right| = \left|\frac{2\cdot 155\cdot 10^6\ \mathrm{W}\cdot 10\,\mathrm{s}}{(2\pi 1270\cdot\frac{1}{60\,\mathrm{s}})^2 - (2\pi 1650\cdot\frac{1}{60\,\mathrm{s}})^2}\right|$$

$$J_S = 254779\ \mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2$$

b) Für eine beschleunigte Kreisbewegung gilt das Grundgesetz der Rotation

$$\overline{M} = J_S\alpha$$

Die mittlere Winkelbeschleunigung ist $\alpha_M = \dfrac{\omega_{Ende} - \omega_{Anfang}}{\Delta t_2}$

Damit wird das Drehmoment

$$\overline{M}_{Motor} = J_S\,\frac{\omega_{Ende} - \omega_{Anfang}}{\Delta t_2} = 254779\ \mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2\ \frac{2\pi 1650\cdot\frac{1}{60\,\mathrm{s}} - 2\pi 1270\cdot\frac{1}{60\,\mathrm{s}}}{6\cdot 60\,\mathrm{s}}$$

$$= 2{,}816\cdot 10^4\ \mathrm{Nm}$$

c) Die Leistung bei einer Kreisbewegung kann auch über $P = \vec{M}\bullet\vec{\omega}$ berechnet werden.

$$\overline{P_{Motor}} = \overline{M}_{Motor}\cdot\overline{\omega} = \overline{M}_{Motor}\cdot\frac{\omega_{Ende} + \omega_{Anfang}}{2} = 2{,}816\cdot 10^4\ \mathrm{Nm}\cdot\frac{2\pi 1650\cdot\frac{1}{60\,\mathrm{s}} + 2\pi 1270\cdot\frac{1}{60\,\mathrm{s}}}{2}$$

$$= 4{,}31\,\mathrm{MW}$$

Einfachere Lösung aus EES:
Da beim Hochfahren dieselbe Energie zugeführt werden muss, die beim Abbremsen entnommen wurde, gilt $\Delta E = \overline{P}_G\cdot\Delta t = \overline{P}_M\cdot T$, oder $\overline{P}_M = \overline{P}_G\cdot\dfrac{\Delta t}{T} = \dfrac{\overline{P}_G}{36} = 4{,}31\mathrm{MW}$.

Sommersemester 2004	Blatt 3
Studiengang: CI, BT	Semester 1
Prüfungsfach: Physik 1	Fachnummern: CI 1044, BT 1040

Aufgabe 3 **(17 Punkte)**

a)Für eine Rohrströmung ohne Quellen und Senken gilt die Kontinuitätsgleichung

$$A_i v_i = A_a v_a$$

Für den Zusammenhang zwischen den Rohrquerschnitten und den zugehörigen Stömungsgeschwindigkeiten gilt also die Beziehung

$$\frac{v_i}{v_a} = \frac{A_a}{A_i} \qquad \text{und} \qquad v_i = \frac{A_a}{A_i} \cdot v_a$$

Die Querschnittsfläche des Innenrohrs beträgt $A_i = \frac{1}{4}\pi d_i^2 = 1256{,}60\,\text{mm}^2$.

Die Querschnittsfläche des Zwischenraums beträgt $A_a = \frac{1}{4}\pi D_i^2 - \frac{1}{4}\pi d_a^2 = 442{,}95\,\text{mm}^2$.

Damit wird die Strömungsgeschwindigkeit v_i im Zwischenraum

$v_i = \frac{442{,}95\,\text{mm}^2}{1256{,}60\,\text{mm}^2} \cdot v_a = 0{,}3525 \cdot v_a$ und ist kleiner als die Strömungsgeschwindigkeit v_a im Innenrohr.

b)Die BERNOULLI Gleichung für eine reibungsfreie Flüssigkeit lautet

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_i^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_a^2$$

Es soll $p_1 \le p_2 + 3\,\text{bar} = p_2 + 3 \cdot 10^5\,\text{Pa}$ sein. Außerdem gilt $v_a = \frac{v_i}{0{,}3525}$

Damit lautet die Bernoulli-Gleichung $p_2 + 3 \cdot 10^5\,\text{Pa} + \frac{1}{2}\rho v_i^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho (\frac{v_i}{0{,}3525})^2$.

Umgestellt ergibt sich für die Geschwindigkeit im Innenrohr $v_i = \sqrt{\frac{2 \cdot 3 \cdot 10^5\,\text{Pa}}{7{,}048 \cdot \rho}}$.

Mit der Dichte von Wasser $p_W = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ wird die maximale Strömungsgeschwindigkeit

im Innenrohr $v_{i,max} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3 \cdot 10^5\,\text{Pa}}{7{,}048 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}} = 9{,}23 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

c) Der zugehörige Volumenstrom $\frac{dV}{dt} = \dot{V} = A_i v_i = A_a v_a$ hat damit den Wert

$$\dot{V} = 1256{,}6 \cdot 10^{-6} m^2 \cdot 9{,}23 \frac{m}{s} = 0{,}0116 \frac{m^3}{s} .$$