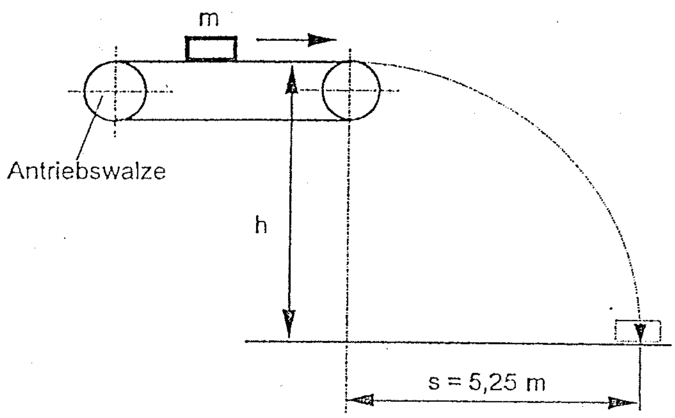
12/99

Aufgabe 1 insg. 13 Punkte

Ein in der Höhe h = 15 m waagerecht angeordnetes Förderband wird von einer Antriebswalze (Durchmesser d = 30 cm) entsprechend der Skizze angetrieben.

Zum Zeitpunkt t = 0 verläßt die Masse m das Förderband und schlägt in einem Abstand von s = 5,25 m auf den Boden auf.

$\left[g = 9{,}81\ \frac{m}{s^2} \right]$



a) Nach welcher Zeit schlägt die Masse m auf den Boden auf? 4 Pkte

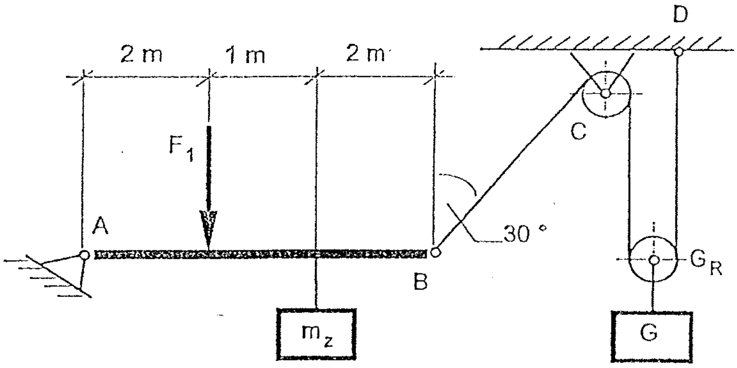
b) Mit welcher Drehfrequenz („Drehzahl") wird das Förderband angetrieben? 9 Pkte

Aufgabe 2 insg. 13 Punkte

Der dargestellte Träger befindet sich im Gleichgewicht. Er ist im Punkt A drehbar gelagert. Im Punkt B greift ein Seil an, das über eine feste Rolle C sowie eine lose Rolle mit dem Gewicht G_R läuft und im Punkt D fest verankert ist. Außerdem wirkt die Kraft F_1 wie eingezeichnet.

geg.: $F_1 = 1$ kN ; $G_R = 500$ N

$G = 5{,}5$ kN ; $\left[g = 9{,}81\ \frac{m}{s^2} \right]$



Wie groß ist die an den Träger angehängte Masse m_z?

Aufgabe 3 insg. 23 Punkte

Ein Polystyrolwürfel der Kantenlänge 20 cm ($\rho_P = 0{,}15$ kg/dm³) taucht 17 cm tief in Süßwasser ein und hindert einen an ihm hängenden Stahlwürfel ($\rho_{St} = 7{,}85$ kg/dm³) am Versinken. Welche Masse hat der Stahlkörper ?

Aufgabe 4 insg. 19 Punkte

$5\,\ell$ Wasser befinden sich in einem Gefäß. Wasser und Gefäß haben eine Temperatur von 55 °C. Mit 1 kg Eis sollen Wasser und Gefäß auf 30 °C abgekühlt werden, wobei das Eis vollständig schmilzt. Das Gefäß, in dem der Abkühlungsvorgang stattfindet, hat eine Wärmekapazität von $C_G = 250\,\frac{J}{K}$.

Gegeben sind:

- spezifische Wärmekapazitäten von Wasser $c_W = 4{,}19\,\frac{kJ}{kg \cdot K}$ und von Eis $c_E = 2{,}1\,\frac{kJ}{kg \cdot K}$
- spezifische Schmelzwärme von Eis $q_E = 335\,\frac{kJ}{kg}$

Welche Ausgangstemperatur muß das Eis haben ?

Aufgabe 5 insg. 18 Punkte

Eine in ihrer Rotationsachse gelagerte homogene Stahlscheibe (Durchmesser d = 400 mm, Masse m = 10 kg) soll in der Zeit t = 1,0 s aus dem Stillstand heraus auf $n = 1800\,\frac{1}{min}$ beschleunigt werden. Welche Tangentialkraft muß dazu am Außendurchmesser der Scheibe angreifen ?

Aufgabe 6 insg. 14 Punkte

Ruhende Elektronen werden mit einer Anodenspannung von $U_A = 10$ kV auf einer Strecke von 20 cm beschleunigt. $\left(e = 1{,}60218 \cdot 10^{-19}\ C\,;\ m_e = 9{,}10934 \cdot 10^{-31}\ kg\,;\ \frac{e}{m_e} = 1{,}75882 \cdot 10^{11}\,\frac{C}{kg}\right)$

a) Welche Geschwindigkeit in km/s haben die Elektronen beim Aufprall auf die Anode? **8 Pkte**

b) Welche Beschleunigung erhielten die Elektronen? **6 Pkte**

Prüfung 4.12-99

Korrekturrichtlinie

FFH · FERN-FACHHOCHSCHULE HAMBURG

STAATLICH ANERKANNTE FACHHOCHSCHULE

Korrekturrichtlinie zur Prüfungsleistung
Physik am 04.12.1999
Wirtschaftsingenieurwesen
WI-PHY-P12–991204

Um größtmögliche Gerechtigkeit zu erreichen, ist nachfolgend zu jeder Aufgabe eine Musterlösung inklusive der Verteilung der Punkte auf Teilaufgaben bzw. Lösungsschritte zu finden. Natürlich ist es nicht möglich, jede denkbare Lösung anzugeben. Stoßen Sie daher bei der Korrektur auf einen anderen als den angegebenen Lösungsweg, so nehmen Sie bitte die Verteilung der Punkte auf die einzelnen Lösungsschritte sinngemäß vor. Sind in der Musterlösung die Punkte für eine Teilaufgabe summarisch angegeben, so ist die Verteilung dem Korrektor überlassen. Rechenfehler sollten nur zur Abwertung des betreffenden Teilschrittes führen. Wird also mit einem falschen Zwischenergebnis richtig weitergerechnet, so sind die hierfür vorgesehenen Punkte zu erteilen.

Die Bewertung einer ***Prüfungsleistung*** erfolgt *differenziert*. Gemäß der Diplomprüfungsordnung ist folgendes Notenschema zugrunde zu legen:

Punktzahl von	Punktzahl bis einschl.	Note	
95	100	1,0	sehr gut
90	94	1,3	sehr gut
85	89	1,7	gut
80	84	2,0	gut
75	79	2,3	gut
70	74	2,7	befriedigend
65	69	3,0	befriedigend
60	64	3,3	befriedigend
55	59	3,7	ausreichend
50	54	4,0	ausreichend
0	49	5,0	nicht ausreichend

Die *Prüfungsleistung* gilt als bestanden, wenn mindestens fünfzig Punkte erreicht wurden.

Lösung 1 vgl. SB 1; Kap. 1.1.1 insg. 13 Punkte

a) **4 Pkte**

Fallhöhe h:

$$h = \frac{g}{2} t^2$$ (2 Pkte)

Umgestellt nach der Zeit ergibt sich:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1{,}7487\,\text{s} \approx 1{,}75\,\text{s}$$ (2 Pkte)

Die Masse schlägt nach 1,75 s auf den Boden auf.

b) **9 Pkte**

Die Geschwindigkeit des Bandes (der Masse) sei v_0.
Parabel des waagerechten Wurfes mit v_0:

$$y = \frac{g}{2 \cdot v_0^2} \cdot x^2 = h$$ (3 Pkte)

$$v_0 = \sqrt{\frac{x^2 \cdot g}{2 \cdot h}} = \sqrt{\frac{5{,}25^2\,\text{m}^2 \cdot 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{30\,\text{m}}} = 3{,}0\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$ (3 Pkte)

Alternative Berechnung von v_0: *6 Pkte*

$$x = v_0 \cdot t$$ *(3 Pkte)*

Mit $x = s$

$$v_0 = \frac{s}{t} = 3{,}0\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$ *(3 Pkte)*

Die Radialgeschwindigkeit der Antriebswalze beträgt:

$$v_0 = \pi \cdot d \cdot n$$ (1 Pkt)

Nach der Drehzahl umgestellt ergibt sich:

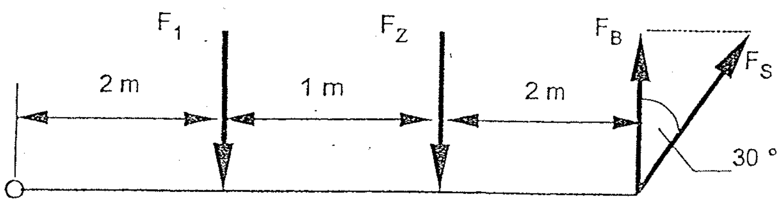
$$n = \frac{v_0}{\pi \cdot d} = \frac{300\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}}{\pi \cdot 30\,\text{cm}} = 3{,}183\,\frac{1}{\text{s}} \approx 3{,}2\,\frac{1}{\text{s}}$$ (2 Pkte)

Das Band wird mit einer Drehzahl von rund $3{,}2\,\frac{1}{\text{s}}$ angetrieben.

Lösung 2 vgl. SB 1; Kap. 1.1.3 insg. 13 Punkte

geg.:

$F_1 = 1$ kN
$G_R = 500$ N
$G = 5{,}5$ kN

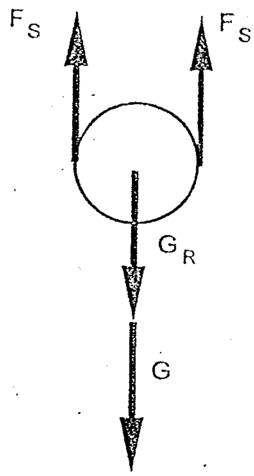


F_B (F_S) erhält man über:

$$\cos 30° = \frac{F_B}{F_S}$$ (2 Pkte)

Das Freischneiden der losen Rolle ergibt:

$$2 \cdot F_S = G_R + G = 6 \text{ kN}$$ (2 Pkte)



Daraus folgen:

$$F_S = 3 \text{ kN}$$ (1 Pkt)

$$F_B = F_S \cdot \cos 30° = 2{,}598 \text{kN} \approx 2{,}60 \text{ kN}$$ (2 Pkte)

Momentenansatz um den Drehpunkt:

$$F_1 \cdot 2 \text{ m} + F_Z \cdot 3 \text{ m} = F_B \cdot 5 \text{ m}$$ (3 Pkte)

Daraus folgen:

$$F_Z = \frac{F_B \cdot 5 \text{ m} - F_1 \cdot 2 \text{ m}}{3 \text{ m}} = 3663{,}3 \text{ N}$$ (2 Pkte)

$$m_Z = \frac{F_Z}{9{,}81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 373{,}4 \text{ kg} \approx 373 \text{ kg}$$ (1 Pkt)

Die Masse m_Z muß ca. 373 kg betragen, damit sich der Träger im Gleichgewicht befindet.

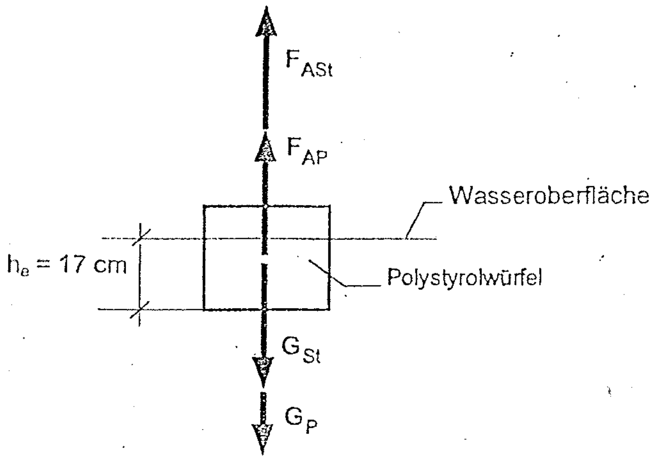
Lösung 3 — vgl. SB 1; Kap. 1.5.1 — insg. 23 Punkte

Kräftegleichgewicht beim Schwimmen:

Gewichtskraft = Auftriebskraft

Polystyrol (h = 20 cm) + Stahl(St) = Polystyrol (h_e = 17 cm) + Stahl(St)

$$G_P + G_{St} = F_{APe} + F_{ASt}$$ (Index e steht für Eintauchtiefe) (2 Pkte)



Für die Gewichtskraft des Polystyrolwüfels und des Stahlwürfels gilt:

$$G_P = m_P \cdot g = \rho_P \cdot V_P \cdot g$$ (2 Pkte)

$$G_{St} = m_{St} \cdot g$$ (1 Pkt)

Für die Auftriebskraft des Stahlwürfels gilt:

$$F_{ASt} = \rho_W \cdot g \cdot V_{VW}$$ (2 Pkte)

Mit

$$V_{St} = \frac{m_{St}}{\rho_{St}}$$ (2 Pkte)

und

$$V_{vW} = V_{St}$$ (1 Pkt)

folgt:

$$F_{ASt} = \rho_W \cdot g \cdot \frac{m_{St}}{\rho_{St}}$$ (1 Pkt)

Für die Auftriebskraft des Polystyrolwürfels gilt:

$$F_{APe} = \rho_W \cdot g \cdot V_{Pe}$$ (2 Pkte)

Im Gleichgewichtszustand ergibt sich daher:

$$\rho_P \cdot V_P \cdot g + m_{St} \cdot g = \rho_W \cdot g \cdot \frac{m_{St}}{\rho_{St}} + \rho_W \cdot g \cdot V_{Pe}$$ (2 Pkte)

$$m_{St} - \rho_W \cdot \frac{m_{St}}{\rho_{St}} = \rho_W \cdot V_{Pe} - \rho_P \cdot V_P$$ (2 Pkte)

$$m_{St} \cdot \left(1 - \frac{\rho_W}{\rho_{St}}\right) = \rho_W \cdot V_{Pe} - \rho_P \cdot V_P$$ (2 Pkte)

$$m_{St} = \frac{\rho_W \cdot V_{Pe} - \rho_P \cdot V_P}{1 - \frac{\rho_W}{\rho_{St}}}$$ (2 Pkte)

$$= \frac{1000\frac{kg}{m^3} \cdot 0{,}2^2 m^2 \cdot 0{,}17\,m - 150\frac{kg}{m^3} \cdot 0{,}2^3\,m^3}{1 - \frac{1000\frac{kg}{m^3}}{7850\frac{kg}{m^3}}}$$ (1 Pkt)

$$= \frac{6{,}8\,kg - 1{,}2\,kg}{0{,}8726} = 6417{,}5\,g \approx 6{,}42\,kg$$ (1 Pkt)

Am Polystyrolwürfel hängen ca. 6,4 kg Stahl.

Lösung 4 vgl. SB 2; Kap 1.1.3 insg. 19 Punkte

geg.: $m_E = 1\,kg$; $T_W = T_G = 55\,°C$; $T_2 = 30\,°C$; $C_G = 250\,J/K$.
ges.: T_E

Richmannsche Regel (Energieerhaltungssatz der Wärmelehre):

$$\sum Q_{auf} = \sum Q_{ab}$$ (2 Pkte)

Q_{auf}: Bestimmung der vom Eis aufgenommenen Wärmemenge:

Q_1:	Eis um ΔT_E (auf 0 °C) erwärmen	$Q_1 = m_E \cdot c_E \cdot \Delta T_E$	(2 Pkte)
Q_2:	Eis wird bei 0 °C geschmolzen	$Q_2 = m_E \cdot q_E$	(2 Pkte)
Q_3:	Wasser (aus Eis) von 0 °C auf 30 °C erwärmen, also $\Delta T_{EW} = 30\,K$	$Q_3 = m_E \cdot c_W \cdot \Delta T_{EW}$	(2 Pkte)

Q_{ab}: Bestimmung der vom Wasser und dem Gefäß abgegebenen Wärmemenge

Q_4: Gefäß von 55 °C auf 30 °C abkühlen $Q_4 = C_G \cdot \Delta T$ mit $\Delta T = 25$ K (2 Pkte)

Q_5: Wasser von 55 °C auf 30 °C abkühlen $Q_4 = m_W \cdot c_W \cdot \Delta T$ mit $\Delta T = 25$ K (2 Pkte)

Wegen:

$$\sum Q_{auf} = \sum Q_{ab}$$

folgt:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5$$ (1 Pkt)

Damit ergibt sich :

$$m_E \cdot c_E \cdot \Delta T_E + m_E \cdot q_E + m_E \cdot c_W \cdot 30\,\text{K} = m_W \cdot c_W \cdot 25\,\text{K} + C_G \cdot 25\,\text{K}$$ (2 Pkte)

$$\Delta T_E = \frac{25\,\text{K} \cdot (m_W \cdot c_W + C_G) - m_E \cdot (q_E + c_W \cdot 30\,\text{K})}{m_E \cdot c_E}$$ (2 Pkte)

$$= \frac{25\,\text{K} \cdot \left(5\,\text{kg} \cdot 4{,}19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} + 0{,}25 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}\right) - 1\,\text{kg} \cdot \left(335 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} + 4{,}19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 30\,\text{K}\right)}{1\text{kg} \cdot 2{,}1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}} = 33\,\text{K}$$ (2 Pkte)

Das Eis muß vor dem Schmelzen um 33 K erwärmt werden. Also hatte es eine Temperatur von –33 °C.

Lösung 5	**vgl. SB 2; Kap. 1.4.2**	**insg. 18 Punkte**

geg.: $r = 200$ mm $= 0{,}2$ m; $m = 10$ kg; $t = 1$ s; $n = 1800 \frac{1}{\text{min}} = 30 \frac{1}{\text{s}}$

Für das Drehmoment gilt zum einen:

$$M = J \cdot \alpha$$ (2 Pkte)

und zum anderen:

$$M = F_T \cdot r \quad \Rightarrow \quad F_T = \frac{M}{r}$$ (2 Pkte)

Außerdem gilt:

$$J = \frac{m}{2} \cdot r^2$$ (2 Pkte)

und

$$\alpha = \frac{\omega}{t}$$ (2 Pkte)

Mit $\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$ führt dies zu: (2 Pkte)

$$\alpha = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{t}$$ (2 Pkte)

Somit ergibt sich für das Drehmoment:

$$M = \frac{m}{2} \cdot r^2 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{t} = \frac{m \cdot r^2 \cdot \pi \cdot n}{t}$$ (3 Pkte)

und damit für die Tangentialkraft:

$$F_T = \frac{M}{r} = \frac{m \cdot r \cdot \pi \cdot n}{t} = \frac{10\,\text{kg} \cdot 0{,}2\,\text{m} \cdot \pi \cdot 30 \frac{1}{\text{s}}}{1\text{s}} = 188{,}5\,\text{N}$$ (3 Pkte)

Es muß tangential eine Kraft von ca. 188 N angreifen, damit die Scheibe in einer Sekunde auf 1800 Umdrehungen pro Minute beschleunigt wird.

Lösung 6 vgl. SB 2; Kap. 2.2.2 **insg. 14 Punkte**

geg.: $U_A = 10\,kV$; $\frac{e}{m_e} = 1{,}75882 \cdot 10^{11} \frac{C}{kg}$; $s = 0{,}20\,m$

a) **8 Pkte**

Wegen $E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2 = e \cdot U = E_{el,pot}$ ergibt sich: (4 Pkte)

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot e}{m_e} \cdot U_A} = \sqrt{2 \cdot 1{,}75882 \cdot 10^{11} \frac{C}{kg} \cdot 10^4\,V}$$ (2 Pkte)

$$= 5{,}93097 \cdot 10^7 \frac{m}{s} \approx 59000000 \frac{m}{s}$$ (2 Pkte)

Die Geschwindigkeit der Elektronen beim Aufprall auf die Anode beträgt ca. 59000 km/s .

b) **6 Pkte**

Wegen $v = \sqrt{2as}$ folgt: (3 Pkte)

$$a = \frac{v^2}{2s} = \frac{3{,}51766 \cdot 10^{15} \frac{m^2}{s^2}}{0{,}4\,m} = 8{,}79416 \cdot 10^{15} \frac{m}{s^2}$$ (3 Pkte)

Die Beschleunigung beträgt ca. $8{,}8 \cdot 10^{15} \frac{m}{s^2}$.