

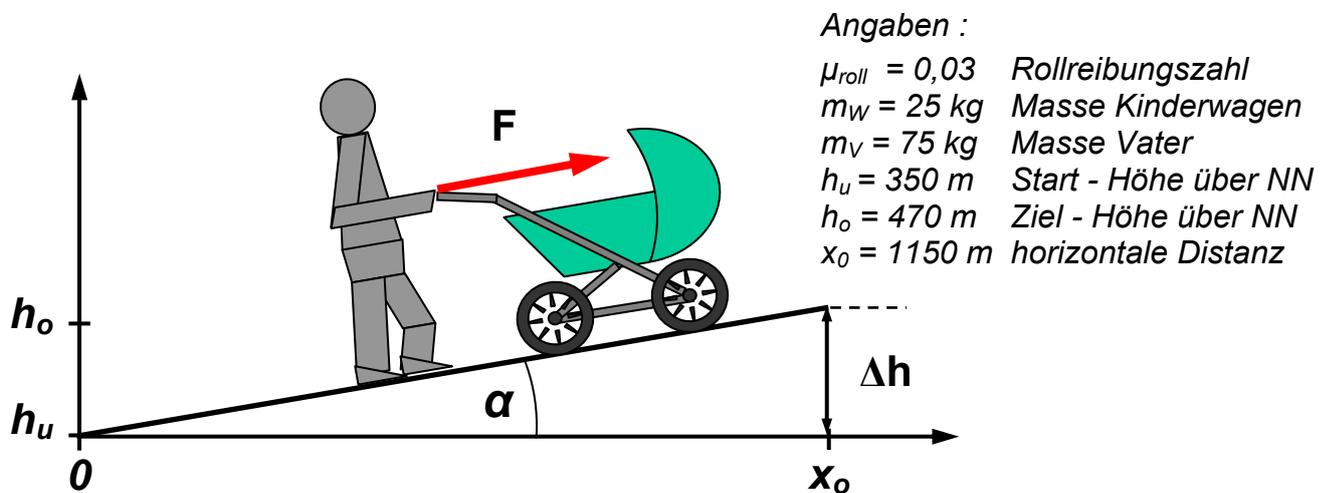
| | |
|--|------------------------------|
| Sommersemester 2007 | Blatt 1 (von 3) |
| Studiengang: BT(B)1 / CI(B)1 | Semester 1 |
| Prüfungsfach: Physik 1 | Fachnummer: 1041 (B) 1044 |
| Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner | Zeit: 60 Minuten |

Gesamtpunktzahl: 60

Aufgabe 1: Kinderwagen

(22 Punkte)

Ein Vater schiebt innerhalb von 15 Minuten einen Kinderwagen eine Steigung hinauf, deren Neigungswinkel im folgenden als durchweg konstant angenommen werde.



- Welche Kraft F wirkt bei konstanter Bewegungsgeschwindigkeit auf den Kinderwagen ?
- Welche Arbeit verrichtet der Vater insgesamt während des Steigvorgangs ?
- Welche mittlere mechanische Leistung gibt der Vater während des Steigvorgangs ab ?
Oben angekommen, bewundert der Vater die Aussicht und lässt den Kinderwagen los. Er bemerkt nicht sofort, dass dieser beginnt, die Steigung wieder hinunter zu rollen.
- Mit welcher Beschleunigung beginnt der Kinderwagen, bergab zu rollen ?
- Nach der Zeit $t_S = 2 \text{ s}$ bemerkt dies der Vater. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich der Wagen zu diesem Zeitpunkt und wie weit ist er bereits abwärts gerollt ?

Lösungsvorschlag

Kinderwagen

Autor H Käß

- a) Konstante Bewegungsgeschwindigkeit bedeutet, dass keine Beschleunigung vorliegt. Die Kraft F muss dann die Hangabtriebskraft F_H und die Rollreibungskraft F_{roll} gerade kompensieren.

Die Rollreibungskraft folgt aus der Normalkraft $F_N = m g \cos \alpha$

Hierbei gilt für den Neigungswinkel α $\tan \alpha = \Delta h = x_0$

$$\alpha = 5,96^\circ$$

Damit wird die Rollreibungskraft $F_{\text{roll}} = \mu_{\text{roll}} F_N = 7,32 \text{ N}$

Die Hangabtriebskraft ist $F_H = m g \sin \alpha = 25,45 \text{ N}$

Daraus folgt die Gesamtkraft F zu $F = F_{\text{roll}} + F_H = \mathbf{32,77 \text{ N}}$

- b) Die vom Vater verrichtete Gesamtarbeit W_{ges} besteht aus zwei Anteilen

1. Schiebearbeit entlang der Wegstrecke Δs $W_{\text{schieb}} = F \cdot \Delta s$

Die Wegstrecke Δs beträgt dabei $\Delta s = \sqrt{\Delta h^2 + x_0^2} = 1156,24 \text{ m}$

2. Hubarbeit über die Höhe Δh $W_{\text{hub}} = m_V g \Delta h$

Damit wird $W_{\text{ges}} = 37891 \text{ Nm} + 88290 \text{ Nm}$
 $= \mathbf{126,2 \text{ kJ}}$

- c) Mittlere Leistung ist Arbeit pro Zeiteinheit, also $P_m = W_{\text{ges}} / \Delta t = \mathbf{140,2 \text{ W}}$

- d) Die beschleunigende Kraft F_B ist gleich Hangabtrieb vermindert um die Rollreibung

Mit den Zwischenergebnissen aus a) folgt $F_B = F_H - F_{\text{roll}} = 18,13 \text{ N}$

Nach dem 2. Axiom ist die Beschleunigung $a = F_B / m_W = \mathbf{0,725 \text{ m/s}^2}$

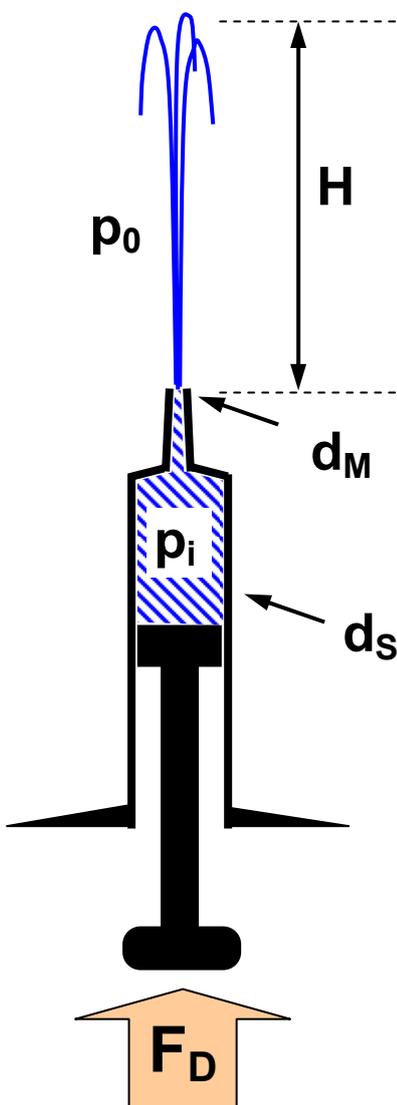
- e) Geschwindigkeit $v(t) = a t$ also $v(2s) = 0,725 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ s} = \mathbf{1,45 \text{ m/s}}$
Wegstrecke $s(t) = \frac{1}{2} a t^2$ also $s(2s) = \frac{1}{2} 0,725 \text{ m/s}^2 \cdot 4 \text{ s}^2 = \mathbf{1,45 \text{ m}}$

| | |
|------------------------------|------------------------------|
| Sommersemester 2007 | Blatt 2 (von 3) |
| Studiengang: BT(B)1 / CI(B)1 | Semester 1 |
| Prüfungsfach: Physik 1 | Fachnummer: 1041 (B) 1044 |

Aufgabe 2: Spritze

(18 Punkte)

Eine mit einem Wasservolumen $V = 5 \text{ ml}$ gefüllte Arztspritze wird senkrecht gehalten. Ein Fingerdruck konstanter Kraft F_D auf den Kolben lässt das gesamte Wasser vertikal nach oben spritzen. Der Vorgang wird im folgenden als reibungsfrei angenommen.



Angaben :

$p_0 = 1,00 \text{ bar}$ Luftdruck
 $\rho_W = 1,00 \text{ g / cm}^3$ Dichte von Wasser
 $F_D = 10 \text{ N}$ Kraft auf Kolben

$d_s = 12 \text{ mm}$ Innendurchmesser Spritze (kreisförmig)
 $d_M = 1 \text{ mm}$ Innendurchmesser Mündung (kreisförmig)

- Welcher Druck p_i herrscht im Wasservolumen ?
- Welche Arbeit wird während des Vorgangs verrichtet ?
- Mit welcher Geschwindigkeit v_M spritzt das Wasser aus der Mündung ?
- Wie lange dauert es, bis die Spritze leer ist ?
- Welche Höhe H erreicht der Wasserstrahl ?

Lösungsvorschlag

Spritze

Autor H Käß

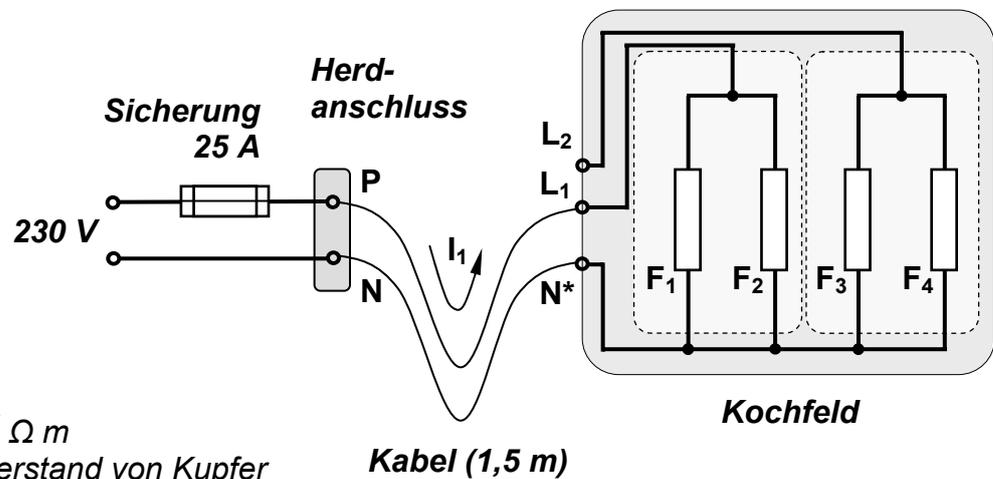
- a) Druck gleich Kraft pro Fläche, Kolbenfläche
Damit wird der Überdruck im Spritzeninneren
und der absolute Druck im Innern
- $$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (d_S/2)^2 = 113 \text{ mm}^2$$
- $$\Delta p = F_D / A = 88420 \text{ N/m}^2 = 0,884 \text{ bar}$$
- $$p_i = p_a + \Delta p = \mathbf{1,884 \text{ bar}}$$
- b) Arbeit gleich Kraft mal Volumen
- $$W = (p_i - p_a) \Delta V = 0,442 \text{ Nm} = \mathbf{0,442 \text{ J}}$$
- c) Reibungsfreie Strömung, Bernoulligleichung (oder gleich Ausströmformel nehmen ...)
Strömungsgeschwindigkeit in Spritze $v_i \approx 0$
damit wird
- $$\frac{1}{2} \rho v_m^2 + p_a = \frac{1}{2} \rho v_i^2 + p_i \approx p_i$$
- $$v_m = \sqrt{2 (p_i - p_a) / \rho} = \mathbf{13,29 \text{ m/s}}$$
- d) Für den Volumenstrom $\Delta V/\Delta t$ gilt
Hierbei ist die Fläche der Mündung
Das ausströmende Volumen ist $\Delta V = 5 \text{ ml}$, also
- $$A_m \cdot v_m = \text{const} = \Delta V/\Delta t$$
- $$A_m = \pi \cdot (d_M/2)^2 = 0,785 \text{ mm}^2$$
- $$\Delta t = \mathbf{0,479 \text{ s}}$$
- e) Entweder kann die Bernoulligleichung verwendet werden (davon bleibt $p_i = p_a + \rho g h$),
oder es wird der Energieerhaltungssatz verwendet:
- $$\frac{1}{2} m v_m^2 = m g h$$
- Die Masse der Wasserteilchen, welche mit $v_m = 13,3 \text{ m/s}$ nach oben gespritzt werden,
kürzt sich dabei natürlich heraus ...
- Es folgt
- $$h = v_m^2 / (2 g) = \mathbf{9,013 \text{ m}}$$

| | |
|------------------------------|------------------------------|
| Sommersemester 2007 | Blatt 3 (von 3) |
| Studiengang: BT(B)1 / CI(B)1 | Semester 1 |
| Prüfungsfach: Physik 1 | Fachnummer: 1041 (B) 1044 |

Aufgabe 3: Kochfeld

(20 Punkte)

An einem Herdanschluss wird ein Kochfeld angeschlossen. Zwischen seinen Punkten P und N liegt eine Spannung von 230 V an, die vorgeschaltete Sicherung erlaubt einen maximalen Stromfluss von 25 A. Das Kochfeld enthält vier Heizfelder F_1 , F_2 , F_3 und F_4 mit der jeweiligen maximalen Leistungsaufnahme 1,8 kW (F_1), 2,2 kW (F_2), 2,4 kW (F_3) und 1,2 kW (F_4) bei Betrieb an 230 V.



Angabe:

$$\rho_{Cu} = 0,0178 \cdot 10^{-6} \Omega m$$

Spezifischer Widerstand von Kupfer

Kabel (1,5 m)

Abgesehen vom Kabelwiderstand zwischen den Punkten P und N sowie N und N* sind alle Leitungswiderstände zu vernachlässigen.

- Welche Einzelwiderstände haben die vier Heizfelder bei maximaler Heizleistung ?
- Welcher Widerstand liegt dann zwischen den Anschlüssen L_1 und N^* des Kochfelds ?
- Zum Anschluss wird ein Kabel der Länge 1,5 m verwendet, jede seiner Kupferadern hat einen Querschnitt von $2,5 \text{ mm}^2$. Welchen Widerstand hat eine Ader ?
- Mit dem Kabel werden nun die Punkte P und L_1 sowie N und N^* verbunden. Welcher Gesamtwiderstand ergibt sich zwischen den Punkten P und N ?
- Welcher Strom I_1 fließt dann bei maximaler Heizleistung der Heizfelder F_1 und F_2 ?
- Ein Heimwerker schlägt vor, L_1 und L_2 zu verbinden, damit die Heizfelder F_3 und F_4 ebenfalls verwendet werden können. Ist das sinnvoll ? (Antwort mit Begründung !!)

Lösungsvorschlag

Herd

Autor H Käß

a) Aus $P = U \cdot I$ und $R = U / I$ folgt

$$R = U^2 / P$$

Da an jeder Platte 230 V Spannung anliegen, folgt

$$R_1 = 29,38 \Omega$$

$$R_2 = 24,05 \Omega$$

$$R_3 = 22,04 \Omega$$

$$R_4 = 44,08 \Omega$$

b) Parallelschaltung $1/R_{ges1} = 1/R_1 + 1/R_2$ daraus

$$R_{ges1} = 13,22 \Omega$$

c) Widerstand einer Ader mit Länge l und Querschnitt A

$$R_{ader} = \rho \cdot l / A$$

$$= 0,0107 \Omega$$

d) Gesamtwiderstand der Anordnung

$$R_{ges2} = 2 \cdot R_{ader} + R_{ges1} = 13,246 \Omega$$

e) Strom bei maximaler Heizleistung

$$I = U / R_{ges2} = 17,36 \text{ A}$$

f) Wären L_1 und L_2 verbunden, betrüge die maximale Heizleistung bei Einschalten aller vier Felder

$$P_{max} = \sum P_i = (1,8 + 2,2 + 2,4 + 1,2) \text{ kW} = 7,6 \text{ kW}$$

Dies erfordert den Stromfluss $I_{max} = P_{max} / U = 33,04 \text{ A}$

Die vorgeschaltete 25 A Sicherung würde dann aber bereits vor Erreichen der maximalen Heizleistung ansprechen. Das ganze ist also **kein sinnvoller Vorschlag!**