

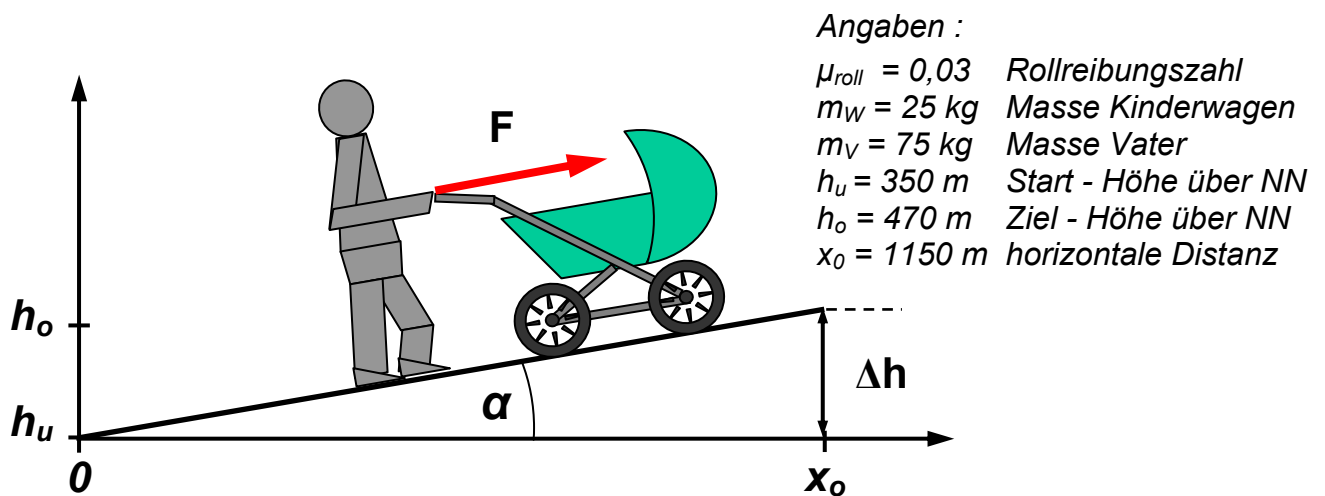
Sommersemester 2007	Blatt 1 (von 3)
Studiengang: BT(B)1 / CI(B)1	Semester 1
Prüfungsfach: Physik 1	Fachnummer: 1041 (B) 1044
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 60 Minuten

**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.



- a) Welche Kraft  $F$  wirkt bei konstanter Bewegungsgeschwindigkeit auf den Kinderwagen ?
- b) Welche Arbeit verrichtet der Vater insgesamt während des Steigvorgangs ?
- c) 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.
- d) Mit welcher Beschleunigung beginnt der Kinderwagen, bergab zu rollen ?
- e) 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  $F_{\text{roll}}$  gerade kompensieren.

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

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

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

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  $W_{\text{ges}}$  besteht aus zwei Anteilen

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

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

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

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  $v(2s) = 0,725 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ s} = \mathbf{1,45 \text{ m/s}}$

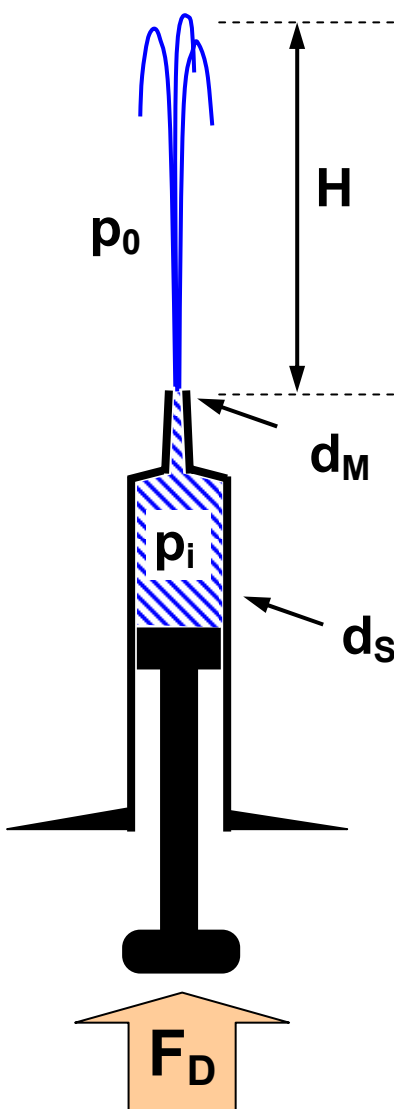
Wegstrecke  $s(t) = \frac{1}{2} a t^2$  also  $s(2s) = \frac{1}{2} 0,725 \text{ m/s}^2 \cdot 4 \text{ s}^2 = \mathbf{1,45 \text{ m}}$

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**

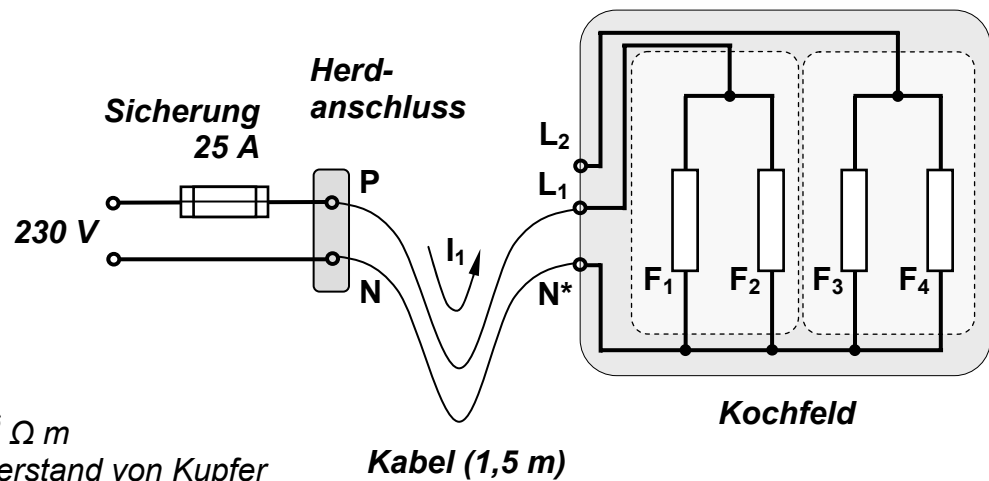
- a) Druck gleich Kraft pro Fläche, Kolbenfläche  
Damit wird der Überdruck im Spritzeninneren  
und der absolute Druck im Innern
- $$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (d_S/2)^2 = 113 \text{ mm}^2$$
- $$\Delta p = F_D / A = 88420 \text{ N/m}^2 = 0,884 \text{ bar}$$
- $$p_i = p_a + \Delta p = \mathbf{1,884 \text{ bar}}$$
- 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  $1/R_{\text{ges1}} = 1/R_1 + 1/R_2$  daraus

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

c) Widerstand einer Ader mit Länge  $l$  und Querschnitt  $A$

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

$$= 0,0107 \Omega$$

d) Gesamtwiderstand der Anordnung

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

e) Strom bei maximaler Heizleistung

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

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

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

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

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