

Sommersemester 2004	Zahl der Blätter: 3 Blatt 1
Studiengang: ETD	Semester ETD2
Prüfungsfach: Experimentalphysik 2	Fachnummer: 2033
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 90 min.

**Sie können insgesamt 90 Punkte erreichen. Der Lösungsweg muss eindeutig erkennbar sein!**

**Aufgabe 1 (21 Punkte)**

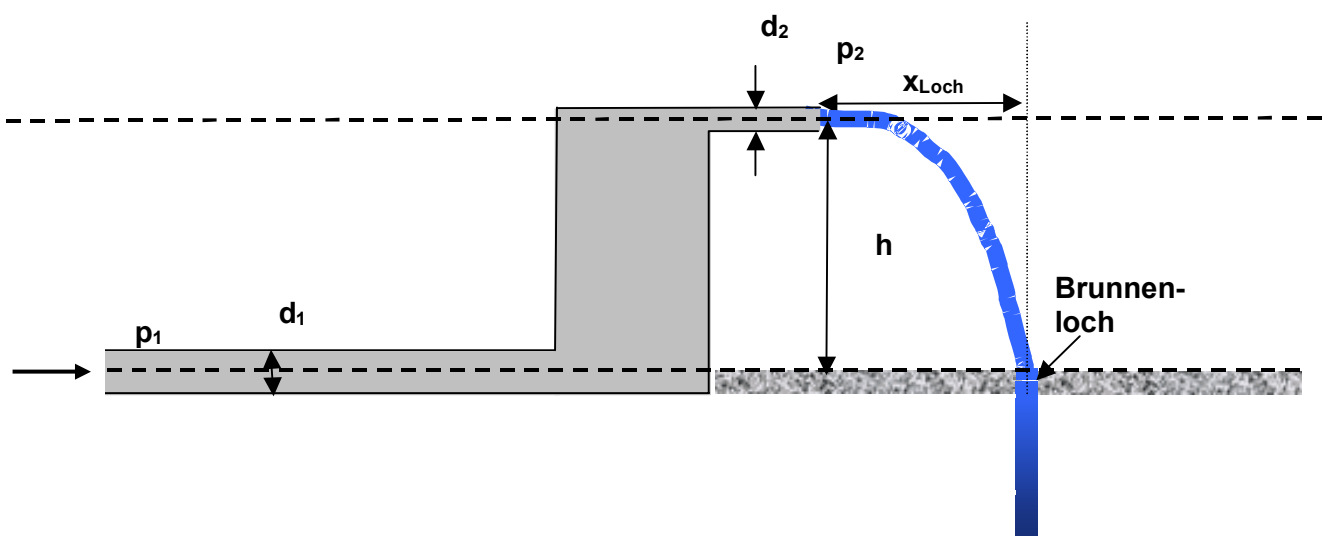
Die Stadt Esslingen plant einen neuen Brunnen (vgl. Skizze).

- Welche Austrittsgeschwindigkeit  $v_2$  muss das Wasser aus dem Rohrende haben, um das Brunnenloch auf dem Boden zu treffen?
- Welcher Druck  $p_1$  muss im Zulaufrohr eingestellt werden?

Fallhöhe des Wasserstrahles $h$	2,0 m
Entfernung des Brunnenloches vom Rohrende $x_{\text{Loch}}$	3,0 m
<b>ABMESSUNGEN</b>	
<b>Innendurchmesser</b> Rohr $d_1$	30 cm
<b>Innendurchmesser</b> Rohr $d_2$	3 cm
Luftdruck $p_L$	1013 hPa
Dichte des Wassers $\rho$	1,0 g cm <sup>-3</sup>

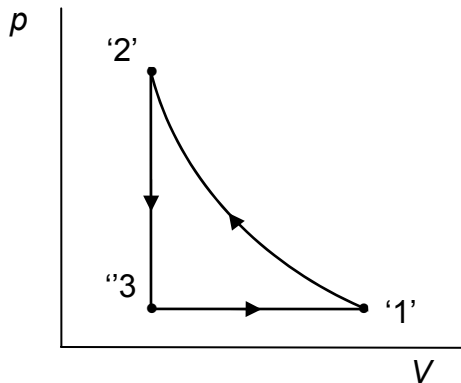
Hinweis: Betrachten Sie als Ort „2“ den Wasserstrahl direkt nach Austritt aus dem Rohr.

Annahmen: Die Strömung in den Rohren sei reibungsfrei.



Sommersemester 2004	Blatt 2
Studiengang: ETD	Semester ETD2
Prüfungsfach: Experimentalphysik 2	Fachnummer: 2033

### Aufgabe 2 (33 Punkte)



Mit einer vorgegebenen Stoffmenge  $n$  des Gases Helium (Annahme: Ideales Gas) wird der im  $p, V$ -Diagramm dargestellte linksläufige Kreisprozeß '1'  $\rightarrow$  '2'  $\rightarrow$  '3' durchgeführt.

Der Prozeß '1'  $\rightarrow$  '2' erfolgt bei totaler Wärmeisolation.

Der Anfangszustand '1' wird festgelegt durch die Zustandsgrößen  $p_1 = 1023 \text{ hPa}$ ,  $V_1 = 3,0 \text{ dm}^3$  und  $\vartheta_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Das Volumen im Zustand '3' ist  $V_3 = 2,9 \text{ dm}^3$ .

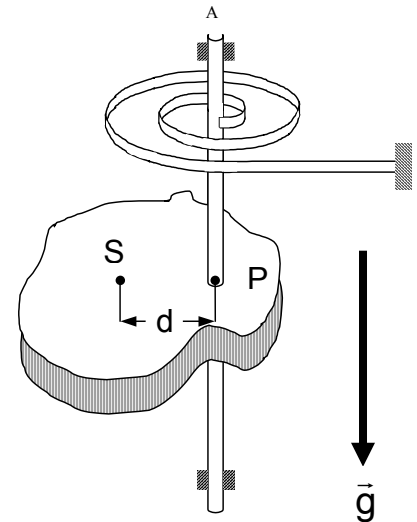
- Bestimmen Sie die Teilchenmenge  $n$  des Gases.
- Welche Temperaturen  $T_2$  und  $T_3$  gehören zu den Zuständen '2' und '3'?
- Welche Wärmeenergie  $Q_{ab}$  wird pro Zyklus abgeführt?
- Wie groß ist die mechanische Arbeit  $W$  pro Zyklus?
- Bestimmen Sie aus mechanischer Arbeit  $W$  und abgegebener Wärme  $Q_{ab}$  die

Leistungszahl  $\varepsilon = \frac{|Q_{ab}|}{|W|}$  dieser Wärmepumpe.

Sommersemester 2004	Blatt 3
Studiengang: ETD	Semester ETD2
Prüfungsfach: Experimentalphysik 2	Fachnummer: 2033

### **Aufgabe 3 (36 Punkte)**

Ein starrer Körper (Masse  $m = 10 \text{ kg}$ ) hat ein Massenträgheitsmoment  $J_P = 0,4 \text{ kgm}^2$  bezüglich einer reibungsfrei gelagerten Drehachse durch den Punkt P (s. Skizze). Der Punkt P ist  $d = 20 \text{ cm}$  vom Massenmittelpunkt S des Körpers entfernt. Die Drehachse ist fest mit einer Spiralfeder (Richtmoment  $c^* = 20 \text{ Nm}$ ) verbunden. Die Drehachse steht senkrecht, so dass der Körper horizontale Drehschwingungen ausführen kann.



Die Körperscheibe ist zunächst in Ruhe. Anschließend fliegt ein kleines Projektil (Masse  $m_p = 70 \text{ g}$ ) mit einer Geschwindigkeit von  $v_p = 50 \text{ ms}^{-1}$  und einer Richtung senkrecht zur Verbindungslinie zwischen P und S horizontal auf den Körper zu. Das Projektil dringt in die weiche Körperscheibe ein und bleibt aufgrund eines festen Kerns genau im Massenmittelpunkt S stecken. Daraufhin beginnt der Körper mit harmonischen Drehschwingungen (Zeitpunkt  $t = 0 \text{ s}$ ).

**Vereinfachende Annahme:** Der Vorgang verläuft so schnell, dass der Körper sich in der Stoßzeit noch nicht merklich aus der Ruhelage bewegt hat.

- Berechnen Sie die Eigenkreisfrequenz  $\omega_{0,1}$  und die Schwingungsdauer  $T_{0,1}$  der harmonischen Drehschwingung.
- Mit welcher Winkelgeschwindigkeit  $\dot{\beta}_{\max}$  beginnt die Drehschwingung des Körpers?
- Bestimmen Sie den maximalen Drehwinkel  $\beta_{\max}$  und den Nullphasenwinkel  $\varphi_0$  der Drehschwingung.
- Geben Sie das Drehwinkel-Zeit Gesetz für diese Bewegung an.

Anschließend wird in einem **zweiten Experiment** die Drehachse waagrecht reibungsfrei gelagert. Der Körper ist samt Projektil weiterhin durch die Drehfeder an die Drehachse gekoppelt und wird im Schwerfeld der Erde zu Drehschwingungen mit kleiner Auslenkung angeregt.

- e) Stellen Sie die Differentialgleichung der Schwingung auf.
- f) Berechnen Sie die Eigenkreisfrequenz  $\omega_{0,2}$  und die Schwingungsdauer  $T_{0,2}$  dieser Drehschwingung

