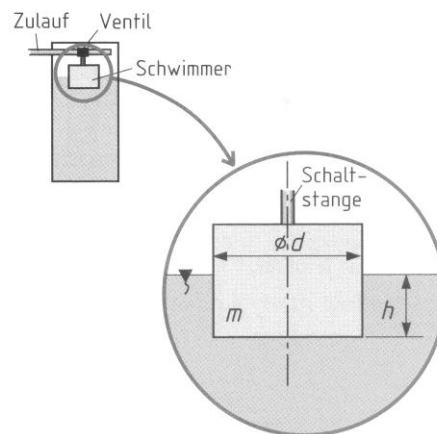


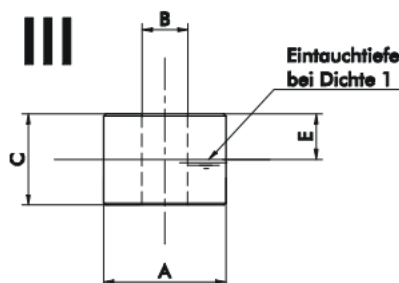
GRUNDLAGEN DER SENSORIK – ÜBUNGSBLATT ZU KAPITEL 2/ SS 2015

1. Eine Stahlstange mit kreisrundem Querschnitt (Durchmesser $d_0 = 20 \text{ mm}$) wird bei einer Ausgangslänge von $l_0 = 1 \text{ m}$ mit der **Zugkraft** $F_N = 25 \text{ kN}$ belastet.
 - a) Wie groß ist die **Zugspannung** σ ?
 - b) Wie groß ist die **Dehnung** ε (Angabe in Prozent)?
 - c) Wie groß ist die **Verlängerung** Δl (Angabe in mm)?
 - d) Wie groß ist die **Durchmesserveränderung** Δd (Angabe in mm)?[Angaben zur Rechnung: Elastizitätsmodul E von Stahl: $E = 20,6 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$
Querdehnungszahl μ von Stahl: $\mu = 0,3$]
2. Dieselbe Stahlstange wird am oberen Ende eingespannt und am unteren Ende um den **Torsionswinkel** $\varphi = 1^\circ$ verdreht (s. Vorlesung).
 - a) Welches **Drehmoment** M ist dafür erforderlich?
 - b) Welche tangential angreifende **Kraft** F_t ist dafür erforderlich?
 - c) Um welche **Strecke** s hat sich ein Punkt P_1 am unteren Ende der Stahlstange auf der Mantelfläche verdreht (hin zur neuen Position P_2)?
3. Gegeben sei eine **Membran** aus Aluminium (mit Querdehnungszahl $\mu = 0,34$) mit Durchmesser $d = 230 \text{ mm}$ und Dicke $s = 3 \text{ mm}$. Auf diese Membran wirkt eine **Druckdifferenz** von $\Delta p = 10 \text{ mbar}$.
 - a) Wie groß ist die radiale **Normalspannung** σ_r in der Mitte der Membran?
 - b) Wie groß ist die radiale Normalspannung σ_r am äußersten Rand der Membran?
 - c) Bei welchem Abstand r_1 (relativ zur Mitte) verschwindet die radiale Normalspannung σ_r ?

4. Welche **Druckdifferenz** $\Delta p = p_{\text{Boden}} - p_a$ (Angabe in bar) wird gemessen bei einem Tank mit **Füllhöhe** 8 m bei folgenden Flüssigkeiten:
- a) Benzin (Dichte $\rho = 0,78 \text{ kg/dm}^3$)
 - b) Heizöl (Dichte $\rho = 0,95 \text{ kg/dm}^3$)
 - c) Natronlauge (Dichte $\rho = 1,434 \text{ kg/dm}^3$)?
5. Die Füllhöhe in einer Regenwasserauffangananlage wird mit einem Schwimmerventil geregelt (s. untere Abb.). Das Zulaufventil wird über einen zylinderförmigen **Schwimmer** mit der Masse $m = 20 \text{ g}$ geschlossen. Die Schaltkraft von $F_S = 2 \text{ N}$ muss bei einer Eintauchtiefe $h = 8 \text{ cm}$ erreicht werden. Welchen **Durchmesser** d muss der Schwimmer besitzen?



6. Ein zylinderförmiger **Schwimmer** (s. Abb. unten, Typ III) hat nach Datenblatt folgende Abmessungen: $A = 23 \text{ mm}$, $B = 10 \text{ mm}$, $C = 25 \text{ mm}$. Er wiegt 6 g . Dieser Schwimmer misst einen Wasserfüllstand (Wasserdichte: 1 kg/l).



- a) Wie groß ist die **Eintauchtiefe** E (von Oberkante des Schwimmers gemessen, s. Abb.) in **Wasser**?
- b) Ab welcher kritischen Dichte **geht** der Schwimmer komplett **unter**?

7. In ein Rohr mit dem Durchmesser $d_{01} = 50 \text{ mm}$ ist eine **Blende** mit dem Öffnungsverhältnis $m = 0,35$ eingebaut.
 Wasser (Dichte $\rho = 1 \text{ kg / l}$) erzeugt beim Durchfließen den **Wirkdruck** $\Delta p_M = 10 \text{ mbar}$.
 Die Durchflusszahl sei $\alpha = 1,03$, die Expansionszahl $\varepsilon \approx 1$.
 Berechnen Sie
- den **Durchmesser** d_0 der eingebauten Blende
 - den **Massendurchfluss** \dot{m}
 - die mittlere **Strömungsgeschwindigkeit** v_m
8. Mit Hilfe einer **Ultraschall-Durchflussmessung** wird in einem Rohr mit Innendurchmesser $d = 100 \text{ mm}$ die Strömungsgeschwindigkeit $v = 1 \text{ m/s}$ eines Wasserstroms gemessen. Der Einstrahlwinkel beträgt $\varphi = 45^\circ$, das Kompressionsmodul für Wasser sei $K = 2,08 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ und die Dichte $0,9997 \text{ kg/dm}^3$.
- Wie groß ist die **Schallgeschwindigkeit** c im ruhenden Wasser?
 - Welche **Zeitdifferenz** Δt wird gemessen?
 - Wie groß ist die Zeitauflösung bei einer geforderten Signalauflösung von $0,5 \text{ \%}$?

Viel Erfolg bei der Lösung der Aufgaben!

[Lösungen:

- 1a) $7,958 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$; 1b) $0,039 \text{ \%}$; 1c) $0,386 \text{ mm}$; 1d) $- 0,002 \text{ mm}$;
 2a) $21,72 \text{ Nm}$; 2b) $2,172 \text{ kN}$; 2c) $0,175 \text{ mm}$;
 3a) $-7,384 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$; 3b) $1,102 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$; 3c) $72,8 \text{ mm}$;
 4a) $0,612 \text{ bar}$; 4b) $0,746 \text{ bar}$; 4c) $1,125 \text{ bar}$;
 5) $0,059 \text{ m}$;
 6a) 7 mm ; 6b) 712 kg/m^3 ;
 7a) $0,03 \text{ m}$; 7b) 1 kg/s ; 7c) $0,509 \text{ m/s}$;
 8a) $1442,437 \text{ m/s}$; 8b) 96 ns ; 8c) 480 ps]