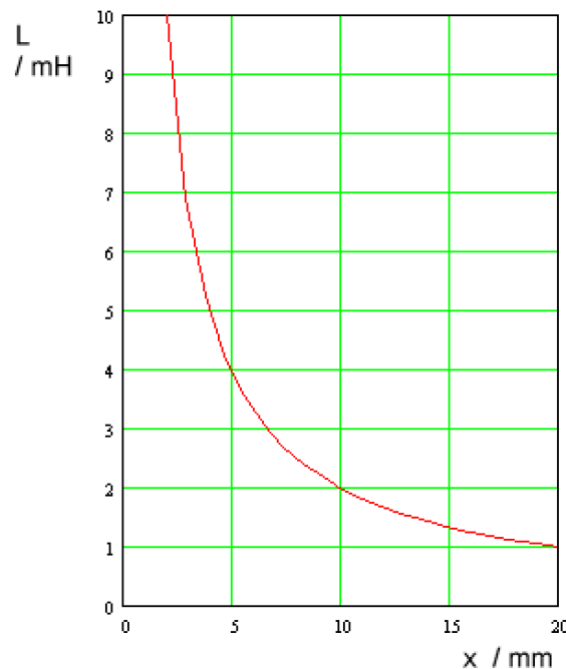


GRUNDLAGEN DER SENSORIK – ÜBUNGSBLATT ZU KAPITEL 4.3-4.5 / SS 2015



1. Ein **Tauchankergeber** hat die Kennlinie $L = \frac{k}{x}$ mit $k = 2 \cdot 10^{-5} \text{ H} \cdot \text{m}$ (s. Abb.).

a) Wie groß ist die **Empfindlichkeit** $\frac{dL}{dx}$ der Messung am Arbeitspunkt

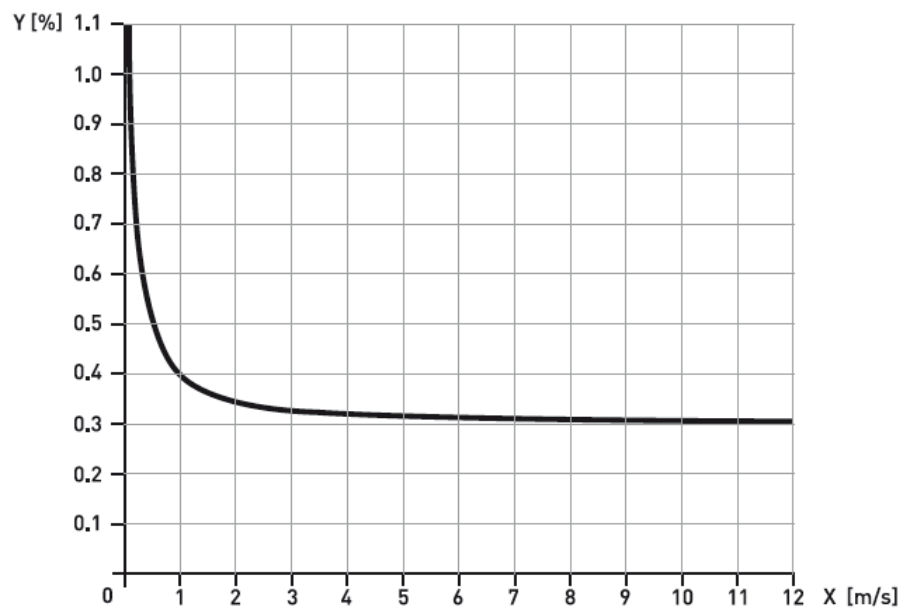
$$(x_0, L(x_0)) = (10 \text{ cm}, 2 \text{ H})?$$

b) Bei welchem Abstand x_1 ist die **Empfindlichkeit** doppelt so hoch wie an diesem Arbeitspunkt?

2. Durch ein **Volumenstrommessgerät** mit dem Rohrdurchmesser DN 100 (d.h. $D = 100 \text{ mm}$) fließt ein Wasserstrom mit der Fließgeschwindigkeit $v = 1 \text{ m/s}$.

a) Wie groß ist der **Volumenstrom** \dot{V} (in m^3/h)?

b) Wie groß ist der **absolute Fehler** des gemessenen Volumenstroms nach Grafik aus dem Datenblatt (s. untere Abbildung, Durchflussgeschwindigkeit v hier mit X bezeichnet, Fehler des Messwerts Δv mit Y bezeichnet, Bezug des Fehlers: v.M.) ?



c) Wie groß wird der **relative Fehler** $\frac{\Delta \dot{V}}{\dot{V}}$ (in Prozent), wenn sich im Rohr (von außen nicht sichtbar) eine Schmutzschicht der Dicke $500 \mu\text{m}$ absetzt?

3. Mit einem **GaAs-Hallsensor** wird bei einem anliegenden Magnetfeld der magnetischen Flussdichte $B_z = 0,1 \text{ T}$ und dem Steuerstrom $I_x = 7 \text{ mA}$ senkrecht zum Magnetfeld eine Hallspannung $U_H = 156 \text{ mV}$ gemessen.
 - a) Wie groß ist die **Plättchendicke** bei einem Hallkoeffizienten von $A_H = 8,917 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{A} \cdot \text{s})$ (berechneter Wert aus Vorlesung)?
 - b) Wie groß ist der **Hallwiderstand** R_H ?

4. Mit einem **InSb-Hallsensor** (Plättchendicke $d = 150 \text{ }\mu\text{m}$, Ladungsträgerdichte $n_e = 5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) wird bei einem anliegenden Magnetfeld der magnetischen Flussdichte $B_z = 1 \text{ T}$ und dem Steuerstrom $I_x = 5 \text{ mA}$ senkrecht zum Magnetfeld eine Hallspannung u_H gemessen.
 - a) Wie groß ist die **Leerlaufempfindlichkeit** K_0 ?
 - b) Wie groß ist die **Hallspannung** U_H ?

5. Das Datenblatt eines **magnetostriktiven Wegaufnehmers** liefert folgende Daten:

Messbereich: 4 m

Geschwindigkeit der Torsionswelle: 2850 m/s

Max. Geschwindigkeit des Schlittens (für Geschwindigkeitsmessungen): 10 m/s

 - a) Wie groß ist die **Laufzeit** der Torsionswelle bei diesem Messbereich?
 - b) Um welche **Strecke** hat sich der Schlitten in dieser Zeit bewegt, wenn er sich mit der angegebenen maximalen Geschwindigkeit bewegt?

6. Gegeben sei ein **NiCr-Ni-Thermoelement**.
 - a) Berechnen Sie die **Thermospannungen** dieses Thermoelements bei einer Vergleichsstellentemperatur von 20°C und Messstellentemperaturen von 40°C und 100°C anhand der thermoelektrischen Spannungsreihe gegen Platin (s. Vorlesung).
 - b) Wie groß ist die **Toleranz der Temperaturmessung**, wenn dieses Thermoelement vom Typ K / Klasse 2 ist?

7. Wie groß sind die **Empfindlichkeiten von Thermoelementen** der Typen E, J und N im Temperaturbereich von 0°C bis 800 °C, Angaben in $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$?
Benutzen Sie dafür die **Kennlinien** aus dem Vorlesungsskript.

8. Auf ein rundes **piezoelektrisches Element** mit Durchmesser $D = 10 \text{ mm}$ und Dicke $d = 1 \text{ mm}$ wird ein Gewichtsstück mit der Masse 10 kg gelegt.
Der spezifische Widerstand dieses Elements sei $\rho = 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$, die piezoelektrische Konstante $k_p = 2,33 \cdot 10^{-12} \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{N}}$ und die relative Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r = 5$.

(Zur Berechnung: $\epsilon_0 = 8,8541878 \cdot 10^{-12} \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{V} \cdot \text{m}}$, $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

a) Wie groß sind die erzeugte **Oberflächenladung** und die gemessene **Spannung** beim Auflegen des Gewichts?

b) Nach welcher Zeit ist diese **Spannung** auf 20 V abgesunken?

9. Ein **pyroelektrisches Element** aus LiTaO_3 mit einer Dicke von 30 μm wird einer Temperaturdifferenz von $\Delta T = 1 \text{ K}$ ausgesetzt.

Welche **Spannungsspitze** entsteht (kurzzeitig) an diesem Element?

Viel Erfolg bei der Lösung der Aufgaben!

[Lösungen:

- 1a) -2 mH/m; 1b) 7,07 cm;
2a) 28,27 m^3/h ; 2b) 0,113 m^3/h ; 2c) 0,5% ;
3a) 0,4 μm ; 3b) 22,293 Ω ;
4a) 0,832 V/(A·T); 4b) 4,16 mV; 5a) 1,404 ms ; 5b) 1,404 cm;
6a) 0,82 mV; 3,28 mV ; 6b) 2,5 °C; 2,5 °C;
7) 77,778 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$; 57,143 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$; 36,364 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$;
8a) 0,229 nC; 8b) 53 s; 9) 15,01 V]