

Aufgabe 1: Physikerbilliard

Punkte: 10

Aufgabe 2: Walabkühlung

Punkte: 10

Aufgabe 3: Airbagsensor

(a) Aus dem Energiesatz folgt mit $D = 2k$:

$$\frac{D}{2} x_{\max}^2 = \max_{\max} \implies x_{\max} = \frac{2ma}{D} = \frac{ma}{k} = 1,0 \text{ mm} \quad (3.1)$$

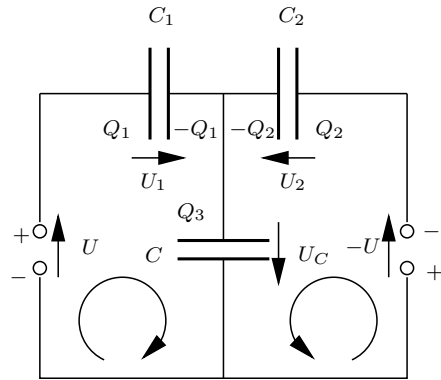
(b) Maschenregeln:

$$U_1 + U_C = \frac{Q_1}{C_1} + U_C = U \quad (3.2)$$

$$U_2 + U_C = \frac{Q_2}{C_2} + U_C = -U \quad (3.3)$$

$$Q_1 = C_1(U - U_C) = \frac{\epsilon_0 A(U - U_C)}{d + x} \quad (3.4)$$

$$Q_2 = -C_2(U + U_C) = -\frac{\epsilon_0 A(U + U_C)}{d - x} \quad (3.5)$$



Ladungserhaltung:

$$Q_3 = CU_C = Q_1 + Q_2 = -2\epsilon_0 A \frac{UCd + Ux}{d^2 - x^2} \quad (3.6)$$

$$C = \frac{Q_3}{U_C} = -2\epsilon_0 A \frac{UCd + Ux}{UC(d^2 - x^2)} \quad (3.7)$$

$$U_C = \frac{-2\epsilon_0 AUx}{2\epsilon_0 Ad + C(d^2 - x^2)} \quad (3.8)$$

$$U_C(-x) = -U_C(x), \quad C(x, U_C) = C(-x, -U_C) \quad (3.9)$$

Für $x > 0$ ist $U_C < 0$.

x	U_C in V	U_1 in V	U_2 in V	Q_1 in 10^{-10} C	Q_2 in 10^{-10} C	Q_3 in 10^{-10} C	C in pF
1 mm	-0,15	12,15	-11,85	2,44	-2,91	-0,47	313
-1 mm	0,15	11,85	-12,15	2,91	-2,44	0,47	313

Punkte: 15

Aufgabe 4: Eine Frage der Aufhängung

Fall 1 (an der Wand ziehen):

Drehmomente bezüglich A:

$$F_N L \cos \varphi = mgL \sin \varphi = mgR \quad (4.1)$$

$$F_1 = \mu F_N = \mu mg \tan \varphi \quad (4.2)$$

Fall 2:

Zusätzliches linksdrehendes Moment durch F_2 :

$$F_N L \cos \varphi = mgL \sin \varphi + 2RF_2 \quad (4.3)$$

Mit

$$F_2 = \mu F_N \quad (4.4)$$

folgt

$$F_2 L \cos \varphi = \mu mgL \sin \varphi + 2\mu RF_2 \quad (4.5)$$

$$F_2 = \frac{\mu mgL \sin \varphi}{L \cos \varphi - 2\mu R} = \frac{\mu mg \tan \varphi}{1 - \frac{2\mu R}{L \cos \varphi}} = \frac{\mu mg \tan \varphi}{1 - 2\mu \tan \varphi} \quad (4.6)$$

$$F_2 = \frac{F_1}{1 - 2\mu \tan \varphi} > F_1 \quad (4.7)$$

$$F_2 \rightarrow \infty \quad \text{für} \quad \mu \rightarrow \frac{1}{2 \tan \varphi} = \frac{\sqrt{L^2 - R^2}}{2R} =: \mu_\infty \quad (4.8)$$

φ	30°	45°	60°
μ_∞	0,87	0,50	0,29

Papier-Wand: $\mu \approx 0,3$

Punkte: 15

Aufgabe 5: Junioraufgabe—Eine heiße Frisur

$U_1 = 120 \text{ V}$, $U_2 = 230 \text{ V}$

Nennleistung des Föhns:

$$P_1 = \frac{U_1^2}{R} \quad (5.1)$$

$$P_R = \frac{RU_1^2}{(R + R_V)^2} = \frac{1}{2} P_1 = \frac{U_1^2}{2R} \quad (5.2)$$

$$R_V = R(\sqrt{2} - 1) \quad (5.3)$$

Leistung am Föhn in Europa:

$$P_2 = \frac{RU_2^2}{(R + R_V)^2} = \frac{U_2^2}{U_1^2} P_R = \frac{U_2^2}{2U_1^2} P_1 = 1,84 P_1 \quad (5.4)$$

Brennt durch.

Punkte: 10