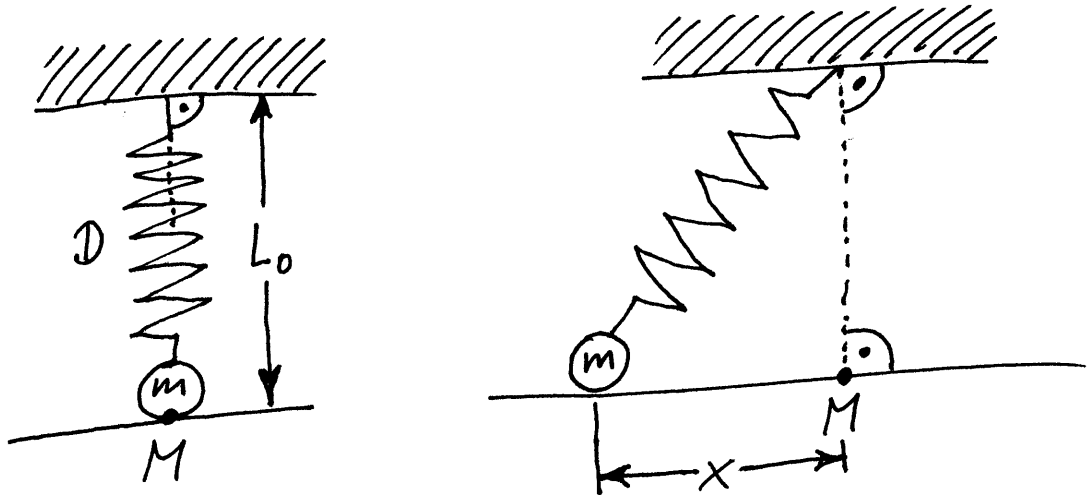


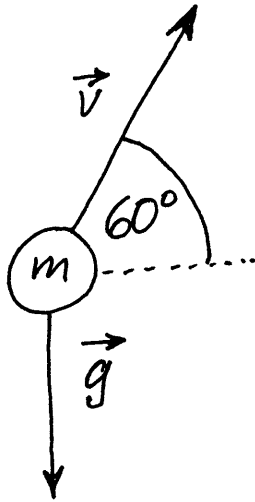
## SM-Simulation PAM

- 1.) Eine kleine Kugel der Masse  $m$  kann reibungslos auf einer horizontalen Schiene gleiten. Die Kugel ist an einer Feder mit der Federkonstanten  $D$  befestigt. Die Feder ist entspannt wenn sie senkrecht steht und ihre Länge misst dann  $L_0$ .



- Bestimme formal, als Funktion der Auslenkung  $x$ , von der Gleichgewichtslage  $M$ , die
- in der Feder gespeicherte Energie.
  - Kraft, mit der  $m$  auf die Schiene drückt.
  - Kraft, die  $m$  beschleunigt.

- 2.) Ein Körper durchläuft eine Wurfparabel. Wir betrachten den Körper zu einem Zeitpunkt, an welchem der Neigungswinkel der Flugbahn  $60^\circ$  misst. Es sei  $v = 7.5 \text{ m/s}$ .



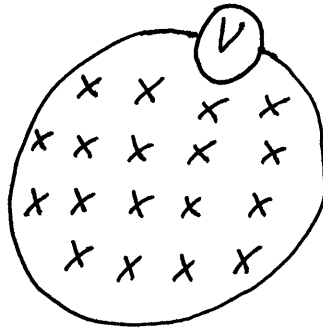
Zerlege die auf den Körper wirkende Fallbeschleunigung in eine

- lineare (lineare Beschleunigung)
- radiale (Zentripetalbeschleunigung)

Komponente und berechne (für  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ) den Krümmungsradius der Wurfparabel an dieser Stelle. Es sei  $v = 7.5 \text{ m/s}$

- 3.) Ein Strahltriebwerk saugt pro Sekunde eine Tonne Luft ein. Die ausgestossene Luft ist um  $200 \text{ km/h}$  schneller als die angesogene Luft. (Betrachtet aus der „Sicht“ des Flugzeugs als Bezugssystem). Wie gross ist die
- Schubkraft des Triebwerks?
  - Nutzleistung des Triebwerks bei einer Flugeschwindigkeit von  $960 \text{ km/h}$ ?

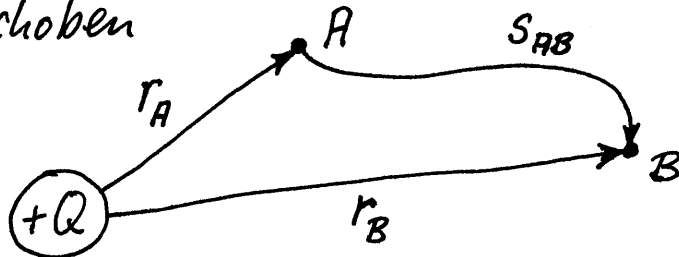
4.) Gemäss der Theorie von Maxwell führen zeitliche Veränderungen der magnetischen Flussdichte zu elektrischen Wirbelfeldern.



In einer kreisförmigen Drahtschleife mit einem Durchmesser von 6cm steigt die magnet. Flussdichte (im Betrag) mit  $2\text{mT/s}$ .

- Welche Spannung wird dadurch in der Drahtschleife induziert?
- Wie gross ist die elektrische Feldstärke im Draht?
- Welchen Umlaufsinn hat der Strom für die in obiger Skizze dargestellte Situation?

5.) Eine Probeladung  $q$  ( $q > 0$ ) wird im (elektr.) Feld einer Ladung  $Q$  vom Punkt A zum Punkt B verschoben



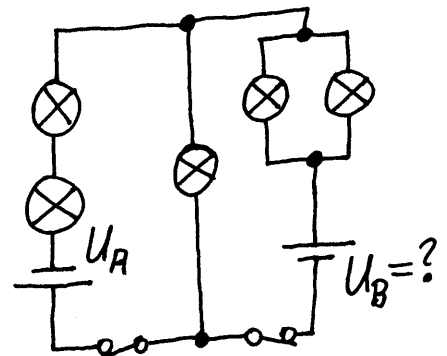
Es sei  $r_A = 10\text{cm}$ ,  $r_B = 20\text{cm}$ . Auf die Probeladung  $q = 4\text{nC}$  wirkt im Punkt A eine Kraft von  $720\mu\text{N}$ . Wie gross ist die

- a) Ladung  $Q$ ?
- b) elektrische Feldstärke im Punkt A?
- c) Spannung  $U_{AB}$
- d) Verschiebungsarbeit, wenn man  $q$  von A nach B verschiebt?
- 6.) Beim äusseren Photoeffekt eines Metalls wird eine Grenzwellenlänge von 256 nm beobachtet.
- a) Wie gross ist die Elektronenausstrittsarbeit  $W_A$ ?
- b) " " " " Bewegungsenergie der Elektronen, die durch monochromatische Strahlung mit  $\lambda = 200$  nm emittiert werden?
- 7.) Die Kapazität einer frei stehenden Kugel mit Radius  $r$  ist  $C = 4\pi\epsilon_0 r$ . Die in einem geladenen Kondensator gespeicherte Energie ergibt sich aus  $E_p = Q^2 / (2C)$ . In unserem Fall also  $E_p = Q^2 / (8\pi\epsilon_0 r)$ . Wir wollen annehmen, dass die gesamte Ruhemasse des Elektrons von der Energie kommt, die erforderlich ist, um eine Elementarladung auf eine Kugel mit Radius  $r$  zu konzentrieren. Dabei wäre  $r$  der "Elektronenradius", den es zu berechnen gilt. ( $m_e \approx 9 \cdot 10^{-31}$  kg).
- 8.) Der Detonationsdruck einer Panzerhaubitze beträgt 30 GPa. Beim Ausstossen des Projektils sei die Expansion der Treibgase adiabatisch mit  $\gamma = 1.3$ . Wie gross ist der Druck der Treibgase wenn das Projektil die Mündung erreicht hat und das Gasvolumen sich um einen Faktor 8 vergrössert hat?

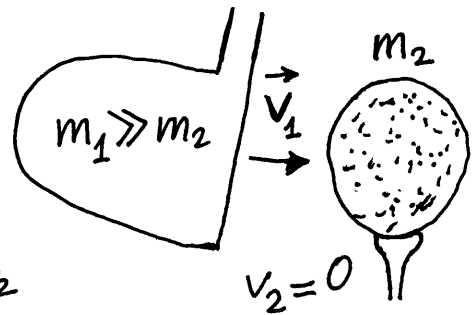
9.) Ein Wägelchen mit „massenlosen“ Rädern und eine Kugel werden auf gleicher Höhe auf eine schiefe Ebene gelegt. Am Fusse der schiefen Ebene fährt das Wägelchen mit einer Geschwindigkeit  $v_w$  von  $4 \text{ m/s}$  und die Kugel rollt mit einer Geschwindigkeit  $v_k$ . Wie gross ist  $v_k$ ?

10.) Ein Liter Wasser enthält rund  $56 \text{ mol}$  Moleküle. Wenn ein Liter Wasser bei  $20^\circ\text{C}$  verdunstet, so entsteht Wasserdampf mit einem Volumen  $V_{20}$ . Die Verdunstung erfolge bei Normdruck. Wenn Wasser bei  $100^\circ\text{C}$  und Normdruck verdunstet, so entsteht Wasserdampf mit einem Volumen  $V_{100}$ . Berechne den Unterschied an Volumenarbeit beim Verdunsten und Verdampfen.

11.) Nebenstehende Schaltung enthält zwei Spannungsquellen  $U_A$  und  $U_B$ , sowie fünf gleiche Glühlämpchen. Wenn  $U_A = 12 \text{ V}$ , wie gross muss dann  $U_B$  sein, damit alle Glühlämpchen gleich hell brennen?



12.) Der Kopf eines Golfschlagers sei viel schwerer als der Golfball. Der Stoss zwischen Schläger und Ball sei vollkommen elastisch.



$$v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1 + m_2}$$

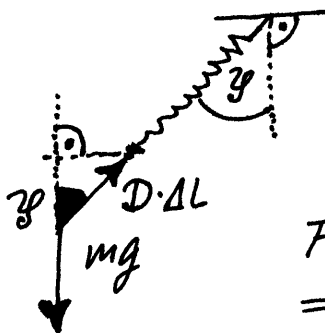
$$v_2' = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1v_1}{m_1 + m_2}$$

Mit welcher Geschwindigkeit wird der Ball nach dem Aufprall weggeschleudert ( $v_2' = ?$ ), wenn  $v_1 = 110 \text{ mph}$ ?

# Musterlösungen SM-Simulation PAM

1. a)  $\Delta L = \sqrt{L_0^2 + x^2} - L_0 \rightarrow E_{\text{Feder}} = \frac{1}{2} D \cdot (\Delta L)^2 =$   
 $\frac{1}{2} D [2L_0^2 + x^2 - 2L_0\sqrt{L_0^2 + x^2}]$

b)



Es sei  $\varphi = \arctan(x/L_0)$

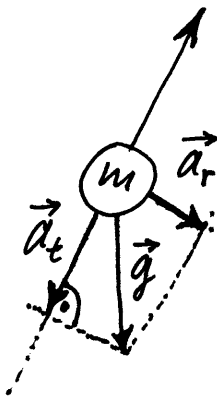
$$F = mg - D \cdot \Delta L \cdot \cos \varphi$$

$$F = mg - D[\sqrt{L_0^2 + x^2} - L_0] \cdot \cos(\arctan \frac{x}{L_0})$$

c)  $F_{\text{besch}} = D \cdot \Delta L \cdot \sin \varphi$

$$F_{\text{besch}} = D[\sqrt{L_0^2 + x^2} - L_0] \cdot \sin(\arctan \frac{x}{L_0})$$

2.)



$$|\vec{a}_t| = \frac{\sqrt{3}}{2} g = \underline{\underline{8.66 \text{ m/s}^2}} \leftarrow \text{linear}$$

$$a_{zp} = \frac{1}{2} g = \underline{\underline{5 \text{ m/s}^2}} = \frac{v^2}{r}$$

$$\rightarrow r = \frac{v^2}{a_{zp}} = \frac{v^2}{g/2} = \frac{2v^2}{g} = \underline{\underline{11.25 \text{ m}}}$$

3. a)  $F \cdot \Delta t = \Delta p = \Delta m \cdot \Delta v \rightarrow F = \left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right) \cdot \Delta v = \left(\frac{1000}{1}\right) \cdot \left(\frac{200}{3.6}\right) \text{ N}$   
 $= 56 \text{ kN}$

b)  $P = F \cdot v = 55'555 \cdot \frac{960}{3.6} \text{ W} = \underline{\underline{15 \text{ MW}}}$

4.)  $U_{\text{ind}} = \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot A = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{0.002 \cdot \pi \cdot 0.06^2 \text{ V}}{4}$

$$U_{\text{ind}} = \underline{\underline{5.65 \mu\text{V}}} = E \cdot 2\pi r \rightarrow E = U_{\text{ind}} / (2\pi r) = \underline{\underline{30 \mu\text{V/m}}}$$

Strom fließt im Gegenuhreigersinn

$$5. a) \quad 720 \mu N = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2} \rightarrow Q = 4\pi\epsilon_0 F r^2 / q =$$

$$[4\pi \cdot 8.854 \cdot 10^{-12} \cdot 720 \cdot 10^{-6} \cdot 0.1^2 / (4 \cdot 10^{-9})] C = \underline{\underline{200 nC}}$$

$$b) \quad E = F/q = [720 \cdot 10^{-6} / (4 \cdot 10^{-9})] = \underline{\underline{180 kV/m}}$$

$$c) \quad U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right] = 1800 \left( \frac{1}{0.1} - \frac{1}{0.2} \right) V = \underline{\underline{9 kV}}$$

$$d) \quad \Delta W_{AB} = U_{AB} \cdot q = \underline{\underline{9000 \cdot 4 \cdot 10^{-9} J = 36 \mu J}}$$

$$6. a) \quad W_A = hc/\lambda_0 = (6.626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / (256 \cdot 10^{-9})) J =$$

$$\underline{\underline{7.8 \cdot 10^{-19} J = 4.85 eV}}$$

$$b) \quad E_{kin} = (hc/\lambda) - W_A = hc \left[ \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right] = 6.626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 10^9$$

$$\cdot \left[ \frac{1}{200} - \frac{1}{256} \right] J = \underline{\underline{2.17 \cdot 10^{-19} J = 1.36 eV}}$$

$$7.) \quad E = m_e c^2 = e^2 / (8\pi\epsilon_0 r) \rightarrow r = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 m_e c^2}$$

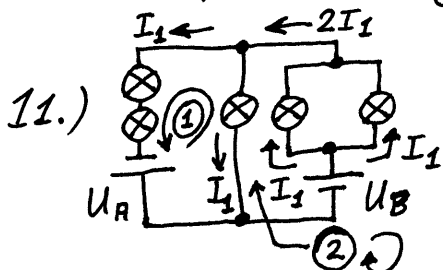
$$= \frac{(1.6022 \cdot 10^{-19})^2}{8\pi \cdot 8.854 \cdot 10^{-12} \cdot 9.0 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^8)^2} \quad m = \underline{\underline{1.4 fm}}$$

$$8.) \quad p_2/p_1 = (V_1/V_2)^{\alpha} \rightarrow p_2 = 30 \text{ GPa} \cdot (1/8)^{1.3} = \underline{\underline{2.0 GPa}}$$

$$9.) \quad \frac{1}{2} m_w v_w^2 = m_w g h \rightarrow v_w = \sqrt{2gh}; \quad \frac{7}{10} m_k v_k^2 = m_k g h \rightarrow v_k = \sqrt{10gh/7}$$

$$= \sqrt{5/7} \cdot \sqrt{2gh} = \sqrt{5/7} \cdot v_w = \sqrt{5/7} \cdot 4 \text{ m/s} = \underline{\underline{3.38 \text{ m/s}}}$$

$$10.) \quad \Delta W = p_n \cdot \Delta V = p_n \left[ \frac{nR \cdot 373K}{p_n} - \frac{nR \cdot 293K}{p_n} \right] = nR \cdot 80K = \underline{\underline{37 kJ}}$$



$$\textcircled{1} \quad U_A = 2RI_1 - RI_1 = RI_1 = 12V$$

$$\textcircled{2} \quad U_B = \frac{R}{2} \cdot 2I_1 + RI_1 = 2RI_1 = \underline{\underline{24V}}$$

$$12.) \quad v_2' = \frac{(\frac{m_2}{m_1} - 1) \cdot 0 + 2v_1}{1 + \frac{m_2}{m_1}}$$

$$\frac{m_2}{m_1} \approx 0 \rightarrow v_2' \approx \frac{0 + 2v_1}{1 + 0}$$

$$\rightarrow v_2' = 2v_1 = \underline{\underline{220 \text{ mph}}}$$