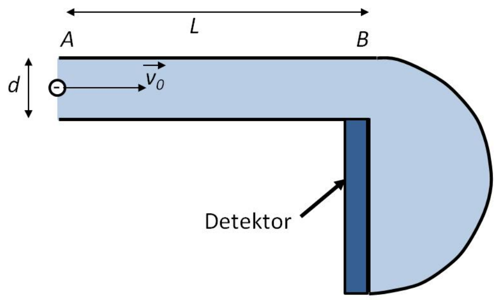
Aufgabe 1

Im folgenden Massenspektrometer fliegen einmal ionisierte Kohlenstoffatome (^{12}C und ^{14}C). Zuerst fliegen sie zwischen A und B in einem Geschwindigkeitsauswähler, in dem sich nur Ladungen geradlinig bewegen, die genau die Geschwindigkeit $\vec{v}_0$ haben. Dann beschreiben Sie einen halben Kreis, bevor sie auf einen Detektor treffen, der ihre Spur aufnimmt. Bekannt sind die Intensität des Magnetfeldes $\vec{B}$ im ganzen hellgrauen Gebiet, sowie die vom vertikalen elektrischen Feld im Geschwindigkeitsauswähler (zw. A und B). Gegeben sind auch die Masse eines Elementarteilchens $m_p = m_n$ und die Elementarladung e.

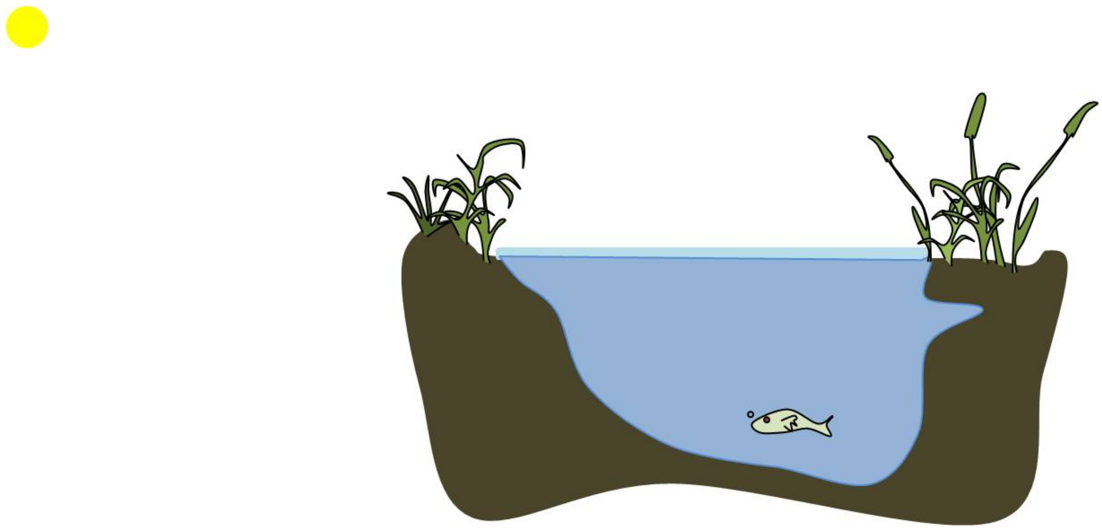


(a) Skizzieren Sie die Richtungen der elektrischen und magnetischen Felder sowie die Bahn der Ionen (^{12}C$^-$ et ^{14}C$^-$) mit der Geschwindigkeit $\vec{v}_0$.
(b) Überprüfen Sie, ob die Geschwindigkeit v_0 tatsächlich den Ionen erlaubt, geradlinig zwischen A und B zu fliegen.
(c) Bestimmen Sie die Distanz zwischen den Spuren der Ionen im Detektor.
(d) Zwei Ionen (ein ^{12}C$^-$ und ein ^{14}C$^-$) werden gleichzeitig in A geworfen. Erreichen Sie den Detektor gleichzeitig? Falls ja: in welcher Zeit? Falls nein: wie gross ist der Zeitunterschied?
(e) Wie weit entfernt von A und auf welche Seite wird ein ^{12}C$^-$-Ion stossen, wenn es in A mit η von $\vec{v}_0$ fliegt? Die Ladungen starten immer im Zentrum des Tubus.

Numerische Angaben: $v_0 = 9 \cdot 10^5$ m/s, $B = 0.125$ T, $E = 1.125 \cdot 10^5$ N/C, $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg, $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C, $L = 1.0$ m, $d = 10$ cm, $\eta = 88.9\%$.

Aufgabe 2

Im Winter, wenn die Sonne eine Höhe α im Himmel hat, schmilzt die Eisschicht (ρ_{Eis}, c_{Eis}, L_S, Temperatur θ_0) eines Teiches mit Fläche A in Δt. Die Intensität der Sonnenstrahlung ist I.



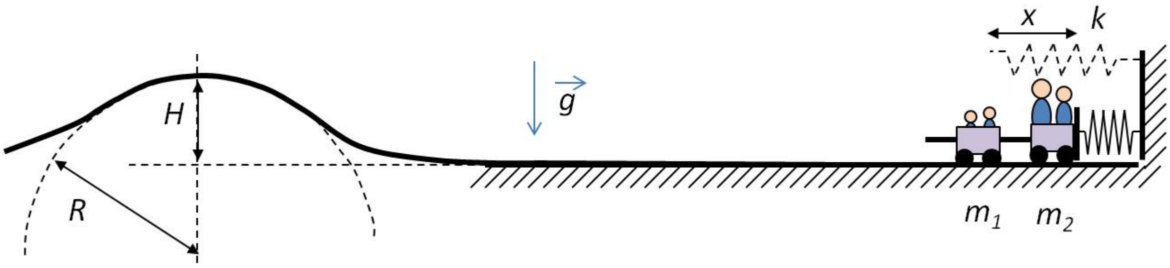
(a) Wie viel Zeit hätte eine Aprilsonne (α') für dieses Schmelzen gebraucht?
(b) Wie dick war die Eisschicht?

Im Frühling ist die Wassertemperatur des Teiches auf der Oberfläche θ_1, bei atmosphärischem Druck. Ein Fisch schwimmt in einer Tiefe h (wo die Temperatur nur θ_2 beträgt) und atmet eine kleine Luftblase aus.
(c) Wie gross ist der Wasserdruck an der Stelle, an der sich das Fisch befindet?
(d) Wieso steigt die Blase auf?
(e) Zu welchem Prozentsatz verändert sich der Radius der Blase bis zur Oberfläche des Teichs?

Numerische Angaben: $\alpha = 22.5^0$, $\rho_{Eis} = 900\,\mathrm{kg/m^3}$, $c_{Eis} = 2.1 \cdot 10^3\,\mathrm{J/kg\,K}$, $L_S = 3.34 \cdot 10^5\,\mathrm{J/kg}$, $\theta_0 = -5^0\,\mathrm{C}$, $A = 300\,\mathrm{m^2}$, $\Delta t = 30\,\mathrm{Min}$, $I = 1350\,\mathrm{W/m^2}$, $\alpha' = 55^0$, $p_{atm} = 10^5\,\mathrm{Pa}$, $\theta_1 = 15^0\,\mathrm{C}$, $h = 8\,\mathrm{m}$, $\theta_2 = 6^0\,\mathrm{C}$, $R = 8.314\,\mathrm{J/mol\,K}$, $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$.

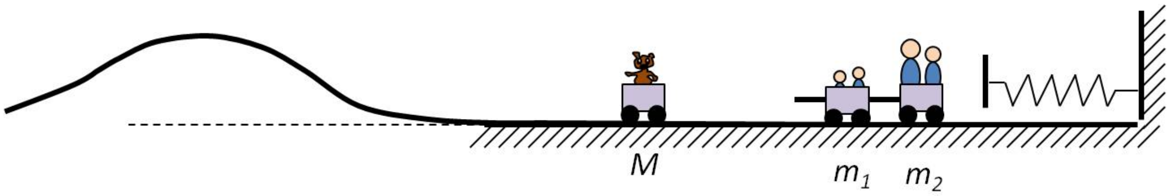
Aufgabe 3

Ein neuer Freizeitpark ist in Bressaucourt geplant. Die folgende Achterbahn ist vorausgesehen: die Wagen werden mit einer von x komprimierten Feder (k) geschleudert und fahren dann auf einen Hügel mit Radius $R = 2H$. Die Reibungen seien vernachlässigbar.



(a) Die Feder wird losgelassen. Bestimmen Sie (i) die von der Feder auf den Wagen 2 ausgeübte Kraft; (ii) die von der Feder auf den Wagen 1 ausgeübte Kraft; (iii) die vom Wagen 1 auf den Wagen 2 ausgeübte Kraft.
(b) Welche Geschwindigkeit haben die Wagen an der höchsten Stelle des Hügels?
(c) Heben sie sich dort vom Boden ab?

Während eines Tests vergisst man einen Wagen auf der Piste bevor die Feder losgelassen wird, so dass die Wagen ihn tief unelastisch treffen werden.



(d) Ab welcher Masse M erreichen die Wagen die Spitze des Hügels nicht mehr?
(e) Wenn dieser Wagen mit Masse M (die von (d)) einfach von Anfang an mit den anderen gekoppelt gewesen wäre, hätten die Wagen diese Spitze erreicht? Erklären Sie!

Numerische Angaben: $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$, $k = 1.6 \cdot 10^3\,\mathrm{N/m}$, $x = 12\,\mathrm{m}$, $R = 24\,\mathrm{m}$, $m_1 = 200\,\mathrm{kg}$, $m_2 = 2m_1$.

Aufgabe 4

Ein Aluminiumstab (α_{Al}) mit einer Länge l_0 und ein Kupferstab (α_{Cu}), der Δl_0 kürzer als der andere ist, liegen in einem Raum mit einer Temperatur θ_0. Auf welche gemeinsame Temperatur muss der Raum gebracht werden, damit beide gleich lang werden?

Numerische Angaben: $\alpha_{Al} = 24 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{K}^{-1}$, $\alpha_{Cu} = 17 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{K}^{-1}$, $\theta_0 = 22^0\,\mathrm{C}$, $l_0 = 3.210\,\mathrm{m}$, $\Delta l_0 = 2\,\mathrm{mm}$.

(b) Eine Lichtkette mit n parallel mit einer Spannungsquelle U_0 geschalteten Glühbirnen (U, P für jede Glühbirne) wird in einer Kantine beim Dorffest eingesetzt. Am ersten Abend leuchtet sie während Δt; der Preis pro kWh beträgt c.

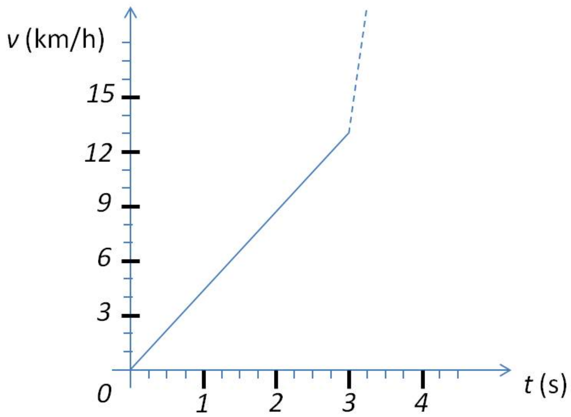
- Wie gross ist der Widerstand einer Glühbirne?
- Welcher Strom wird von der Spannungsquelle geliefert?
- Wie teuer ist die Stromrechnung für jenen Abend?
- Der Glühfaden einer Lampe bricht. Wie reagieren die anderen Glühbirnen?

Numerische Angaben: $n = 9$, $U = 120\,\mathrm{V}$, $P = 60\,\mathrm{W}$, $c = 0.12\,\mathrm{SFR/kWh}$, $\Delta t = 8\,\mathrm{h}$.

(c) Jupiter umkreist die Sonne mit einem durchschnittlichen Radius R und eine Geschwindigkeit v. Wie gross ist die Sonnenmasse und die Umlaufszeit Jupiters, in Erdjahren?

Numerische Angaben: $R = 7.784 \cdot 10^8\,\mathrm{km}$, $v = 4.704 \cdot 10^4\,\mathrm{km/h}$, $G = 6.67 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{Nm^2/kg^2}$.

(d) Während eines Sturms wird ein Ziegel durch den Wind vom Dach (Neigung α) abgehoben. Die Intensität seiner Geschwindigkeit ist hier als Funktion der Zeit dargestellt. Es vergeht noch die Zeit Δt zwischen dem Moment, wenn er das Dach verlässt und dem Moment, wenn er auf den Boden stürzt.



Bestimmen Sie die Reibungszahl zwischen zwei Ziegeln sowie die Höhe des tiefsten Punktes des Daches.

Numerische Angaben: $\alpha = 36.9^0$, $\Delta t = 0.7\,\mathrm{s}$, $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$.