

Maturaprüfung 2017

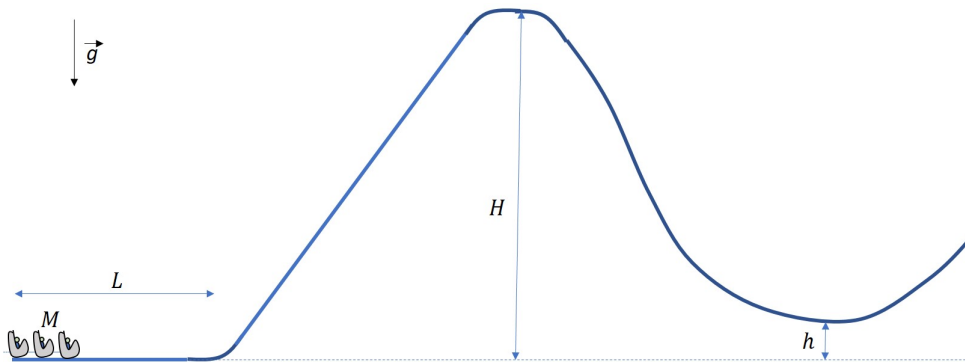
PHYSIK

Matériel autorisé: calculatrice, dictionnaire français-allemand, formulaire ad hoc.

Consignes: temps à disposition: 3h; écrivez de manière claire et dans un français correct; justifiez toutes vos réponses; donnez toujours une solution littérale; chaque problème vaut 15 points, note 6 dès 50 points et note 4 à 30 points.

Aufgabe 1 - das grosse Frösteln

Ein bisschen fun ist immer willkommen, deshalb betrachten wir hier den *Silver Star*, den grossen Roller Coaster von EuropaPark (DE). Er besteht zuerst aus einem flachen Teil mit einer Länge L , auf dem der Zug (Gesamtmasse M , inbegriffen 36 Passagiere in 9 Wagen verteilt) bis zu einer Geschwindigkeit v_0 beschleunigt wird. Die beschleunigende Kraft wirkt auf den ersten Wagen. Dank einem Motor befährt dann der Zug den Abstieg mit der Geschwindigkeit v_0 in einer Zeit Δt . Wenn der Zug die Höhe H erreicht hat (und etwa im Ruhezustand ist), gleitet er immer noch reibungsfrei bis ganz nach unten (Höhe h), wo die Passagiere eine tolle Zentripetalbeschleunigung von $4g$ empfinden und kurz nicht mehr atmen können. Dann folgen noch etwa zwei Minuten von totalem Spass und der Friseur muss angerufen werden.



- Wie gross ist die Beschleunigung auf dem ersten Teil?
- Wie gross ist die Kraft des fünften Wagens auf den vierten Wagen während dieser Beschleunigung?
- Wie gross ist die Leistung des Motors in dem schiefen Teil?
- Wie gross ist der Krümmungsradius auf der Höhe h , damit die Beschleunigung dort $4g$ beträgt?
- Die Werbung sagt, dass die Passagiere auf dem *Silver Star* insgesamt während etwa 20 Sekunden schwerelos sind. Zeichnen Sie weitere Teile der Achterbahn und färben Sie die Teile, wo diese Schwerelosigkeit empfunden werden kann, an.

Numerische Angaben: $g = 10 \text{ m/s}^2$, $L = 20 \text{ m}$, $M = 5.4 \text{ t}$, $v_0 = 14.4 \text{ km/h}$,
 $\Delta t = 29 \text{ s}$, $H = 73 \text{ m}$, $h = 7 \text{ m}$.

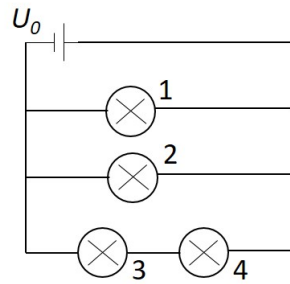
Aufgabe 2 - ein Auto

Die Autobahn A16 ist heutzutage fertig gebaut. Im Monerritunnel steht nur eine Spur in jeder Richtung zur Verfügung. Die Geschwindigkeit ist dort auf v_0 begrenzt. Der Sicherheitsabstand zwischen zwei Autos sollte d betragen.

(a) Wie viele Personen können die Autobahn pro Stunde benutzen?

Nun betrachten wir eine Autobatterie mit einer Gesamtladung Q , die eine konstante Spannung U_0 produziert. Sie soll vier Scheinwerfer mit Strom versorgen. Die zwei vorderen Scheinwerfer (bezeichnet mit 1, 2) haben eine Nennleistung $P_1 = P_2$ und eine Nennspannung $U_1 = U_2$. Für die zwei hinteren (3, 4) betragen sie $P_3 = P_4$ und $U_3 = U_4$.

(b) Karl versucht den entsprechenden Stromkreis, wie er im Bild zu sehen ist, darzustellen. Erklären Sie, warum der Stromkreis keinen optimalen Betrieb erlaubt. Korrigieren Sie diesen zudem so, dass die Scheinwerfer am besten leuchten. Sie dürfen selbstverständlich Widerstände hinzufügen.



(c) Die Scheinwerfer bestehen aus LEDs, die Elektrizität ausgezeichnet in Licht umwandeln. Wie gross ist der Wirkungsgrad Ihres Stromkreises?

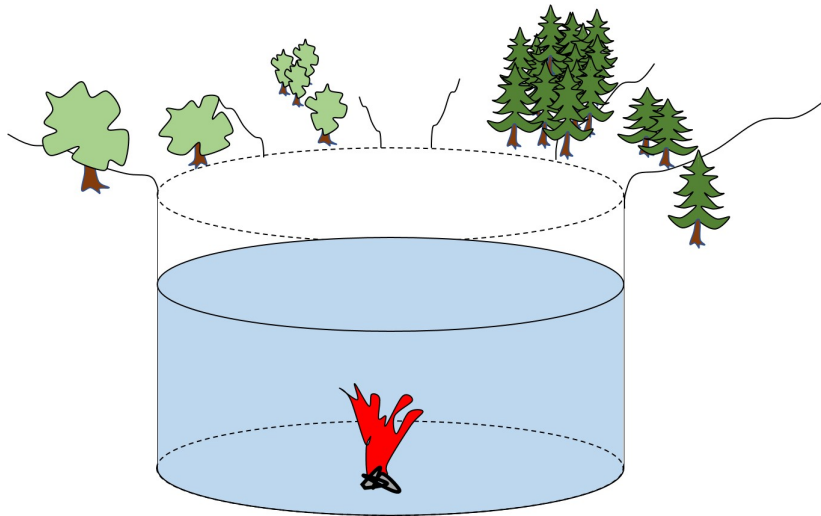
(d) Wie lange können die Scheinwerfer Licht produzieren, wenn der Motor ausgeschaltet ist?

(e) Karl ist einverstanden, dass die eingeschalteten Scheinwerfer für die Sicherheit besser sind. Er behauptet jedoch, dass es so die Umwelt schädelt, weil mehr Benzin verbraucht wird. Hat er recht?

Numerische Angaben: $v_0 = 80 \text{ km/h}$, $d = 20 \text{ m}$, $Q = 3.24 \cdot 10^5 \text{ C}$, $U_0 = 12 \text{ V}$,
 $P_1 = P_2 = 30 \text{ W}$, $U_1 = U_2 = 12 \text{ V}$, $P_3 = P_4 = 16 \text{ W}$, $U_3 = U_4 = 8 \text{ V}$.

Aufgabe 3 - ein Vulkan tief im See

Wir betrachten einen inaktiven Vulkan am Boden eines zylinderförmigen Sees. Die Temperatur



beträgt in diesen Tagen θ_0 , und zwar für das gesamte Seewasser (Volumen V). Ganz unten im See ist der Druck n mal grösser als der atmosphärische Druck p_0 .

(a) Wie tief ist der See? Und wie gross ist der Seeradius?

Vom Vulkan steigt eine Schwefelblase, mit einer Temperatur θ_1 und einem Volumen V_1 , auf.

(b) Wieso bewegt sich die Blase nach der Oberfläche?

(c) Wie gross ist die Blase, wenn sie an der Oberfläche angekommen ist?

Dann geschieht der Vulkanausbruch. Ein Magma mit einer Massendichte ρ_M und einer Temperatur θ_M breitet sich sehr schnell in den See aus. Nach weniger Zeit merkt man, dass das Wasserniveau insgesamt um h gestiegen ist. Die thermischen Eigenschaften des Magmas im flüssigen Zustand werden mit M bezeichnet, im festen Zustand mit F; die Schmelztemperatur und die entsprechende latente Wärme mit dem Buchstaben S.

(d) Wie hoch ist die Temperatur, wenn das Wasser und der Fels (aus dem Magma) im thermischen Gleichgewicht sind?

(e) Einige Wochen später befindet sich alles bei der ursprünglichen Temperatur. Wie viel ist das Wasserniveau gesunken?

Numerische Angaben: $\theta_0 = 25^0 \text{ C}$, $V = 10^7 \text{ m}^3$, $R = 8.314 \text{ J/kg K}$, $n = 17$,
 $p_0 = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $\theta_1 = 234^0 \text{ C}$, $V_1 = 3 \text{ cm}^3$, $\rho_M = 6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $\theta_M =$
 1100^0 C , $h = 7 \text{ m}$, $c_M = 1.2 \cdot 10^3 \text{ J/kg K}$, $c_F = 800 \text{ J/kg K}$, $\theta_S = 800^0 \text{ C}$,
 $L_S = 2 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$, $c_w = 4.2 \cdot 10^3 \text{ J/kg K}$, $\gamma_w = 2.1 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$, $\alpha_F = 2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Aufgabe 4 - eine magnetische Feder, Merkur und Stoss

(a) An einem Nagel hängt eine Feder mit einer Ruhelänge l_0 , N Windungen, einem Durchmesser d und einer Federkonstante k (die vertikale Richtung wird mit der z -Achse identifiziert).

Ein Elektron (m, q) bewegt sich mit einer Geschwindigkeit \vec{v} .

(i) In welchem Feld (Typ, Richtung und Intensität) hat die Bahn des Elektrons die Form der Feder (inklusive Richtung) und den gleichen Radius wie die Feder?

(ii) Welche Masse sollte an die Feder gehängt werden, damit diese genau gleich wie die Elektronenbahn aussieht?

Numerische Angaben: $N = 40$, $l_0 = 9 \text{ cm}$, $d = 1.2 \text{ cm}$, $k = 2 \text{ N/m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$,
 $q = -1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $\vec{v} = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 1.6 \end{pmatrix} \cdot 10^5 \text{ m/s}$.

(b) Auf Merkur werden Experimente durchgeführt, um die Masse und den Radius des Planeten zu bestimmen.

Auf einer Höhe H über der Oberfläche wird ein Stein horizontal hinaufgeworfen. Beträgt die Wurfgeschwindigkeit v , dann fällt der Stein in einer Distanz L hinunter. Wird er 100 mal schneller geworfen, dann beschreibt er eine kreisförmige Bahn um den Planeten.

Wie gross sind der Radius und die Masse von Merkur?

Numerische Angaben: $H = 3 \text{ m}$, $v = 30 \text{ m/s}$, $L = 38.1 \text{ m}$, $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$,
 $\rho_{\text{Erde}} = 5.5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

(c) Eine Masse m_1 bewegt sich mit einer Geschwindigkeit u_1 . Sie trifft eine ruhende Masse $m_2 = n \cdot m_1$ frontal. Der Stoss ist elastisch.

(i) Stellen Sie v_2 , die Geschwindigkeit der zweiten Masse nach dem Stoss, als Funktion von n graphisch dar.

(ii) Wie gross ist v_2 für $n = 0.5$?

(iii) Wie gross ist v_1 für $n = 3$?

Numerische Angaben: $m_1 = 200 \text{ g}$, $u_1 = 24 \text{ m/s}$.