

1. Vordiplom Herbst 2002

Prüfung von R. Eichler

Physik I und II, D-MATH, D-PHYS & D-CHEM

0 Beachten sie

- Für eine gute Note müssen nicht alle 5 Aufgaben gelöst werden!
- Sie sollten nicht wesentlich mehr als 30 Minuten für eine Aufgabe verwenden
- Ausschliesslich erlaubte Hilfsmittel:
 - Hangeschriebene Zusammenfassung der Vorlesung auf 10 Blätter A4 (beidseitig beschrieben)
 - Taschenrechner (Programmierbarkeit unnötig)
 - Empfohlene Bücher:
 - * Feynmann lectures, Band I
 - * Demtröder, Band I

1 Doppelstern (5 Punkte)

Ein Doppelstern besteht aus zwei Massen $m_1 = 3 \cdot 10^{33} kg$ und $m_2 = 4 \cdot 10^{33} kg$, welche in einem Abstand von $10^{17} m$ mit konstanter Geschwindigkeit umeinander kreisen. Gravitationskonstante $\lambda = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg s^2}$

1.1

Berechnen Sie den Schwerpunkt der beiden Massen. (1 Punkt)

1.2

Mit welcher Winkelgeschwindigkeit kreisen die beiden Massen? (2 Punkte)

1.3

Wie gross ist der Drehimpuls? (2 Punkte)

2 π^0 -Zerfall (7 Punkte)

Ein π^0 -Meson der Masse $m_{\pi^0}c^2 = 135\text{MeV}$ zerfällt in seinem Ruhesystem mit einer Lebensdauer von $\tau = 8.4 \cdot 10^{-17}\text{s}$ in zwei masselose Gammaquanten.

2.1

Wie gross ist die Energie der Gammaquanten E_λ ? (1 Punkt)

2.2

Das π^0 -Meson fliege nun in Richtung der Emissionsrichtung eines Gammaquanten mit der Geschwindigkeit $v = \frac{c}{2}$ mit $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Wie gross sind jetzt die Energien der beiden Gammaquanten E_{λ_1} und E_{λ_2} im Laborsystem? (2 Punkte)

2.3

Wie gross ist die Lebensdauer des π^0 -Mesons in Teilaufgabe 2.2? (1 Punkt)

2.4

Eines der Gammaquanten aus Teilaufgabe 2.1 treffe frontal auf ein ruhendes Elektron der Masse $m_e c^2 = 511\text{keV}$. Wie gross ist der Impulsübertrag auf das Elektron, wenn das Gammaquant um 180° zurückgestreut wird? (3 Punkte)

3 Geysir (7 Punkte)

Ein Geysir besteht aus einem unterirdischen Wasserreservoir und einem Schacht bis an die Oberfläche. (siehe Abbildung 1). Das Reservoir ist in Kontakt mit heissem Magma aus dem Innern der Erde. Der Felsen in unmittelbaren Umgebung des Reservoir ist 600°C . Von der Erdoberfläche fliesst kaltes Wasser ins Reservoir und füllt es bis zum Rand auf.

3.1

Wie gross ist der Siedepunkt des Wasser in einer Tiefe von $H = 20\text{m}$? (Siedepunkt an der Erdoberfläche $T = 100^\circ\text{C}$, Verdampfungswärme bei $100^\circ\text{C} = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$, Gaskonstante $R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{Mol}}$, Erdbeschleunigung $g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, Spez. Wärme Wasser $4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$, Molgewicht von $\text{H}_2\text{O} = 18\text{g}$. (2 Punkte)

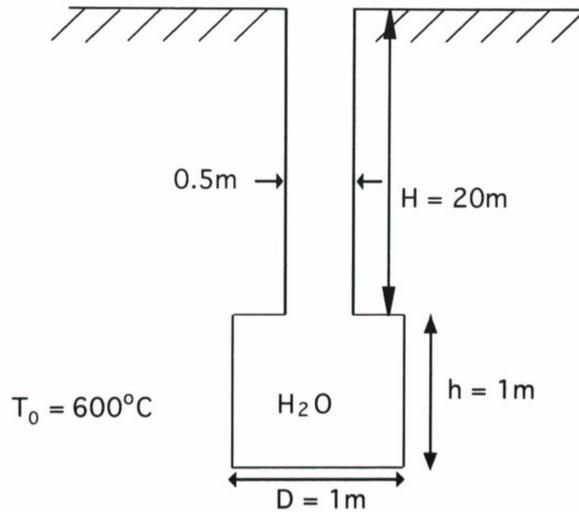


Abbildung 1: Geysir

3.2

Welche Wärmemenge wird benötigt, um das Wasser im Reservoir von $T = 80^\circ\text{C}$ auf $T = 100^\circ\text{C}$ zu erwärmen? (2 Punkte)

3.3

Schätzen Sie die Zeit ab, die es für die Erwärmung in Teilaufgabe 3.1 braucht? (3 Punkte)

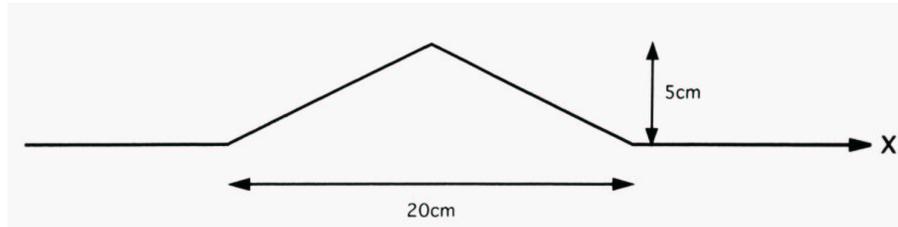
Hinweis: Wenn Q die aus der Felsumgebung abgegebene Wärmemenge sei, so benutzen Sie eine Differenzialgleichung $\frac{1}{F} \frac{dQ}{dt} = -k(T(t) - T_0)$ mit $k = 0.6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$???. Es sei $T_0 = 600^\circ\text{C}$ Umgebungstemperatur und $T_1 = T(t=0) = 80^\circ\text{C}$. Was ist die Motivation dieser Gleichung und was bedeuten F und k ?

4 Seilwelle (6 Punkte)

Ein Seil habe eine transversale Auslenkung in Form eines Dreiecks, die sich mit der Wellengeschwindigkeit $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in x -Richtung ausbreitet. Das Seil hat eine Masse pro Länge von $\mu = 10 \frac{\text{g}}{\text{cm}}$.

4.1

Wie gross ist die transversale Geschwindigkeit eines Punktes auf dem Seil als Funktion der Zeit? (1 Punkt)



4.2

Stellen Sie die Welle dar als Überlagerung von harmonischen Wellen. Zeichnen Sie das Frequenzspektrum. (3 Punkte)

4.3

Wieviel Energie wird durch die Welle entlang der Ausbreitungsrichtung transportiert? (2 Punkte)

5 Rollende Kugel (7 Punkte)

Eine Eisenkugel mit Radius R rutsche reibungsfrei eine schiefe Ebene hinunter (siehe Abbildung 2).

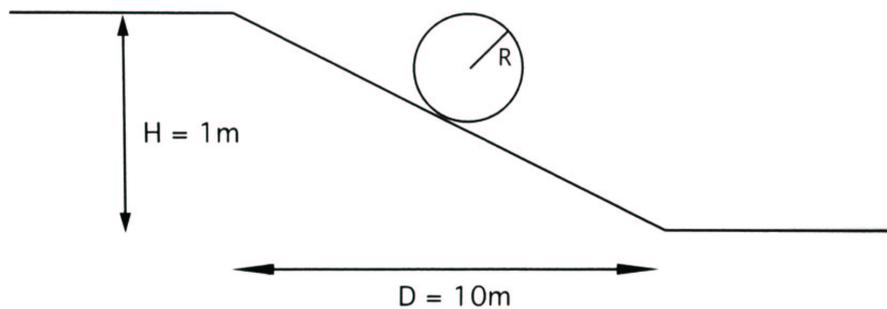


Abbildung 2: Schiefe Ebene und Kugel

5.1

Die Kugel starte auf der oberen Ebene mit einer Geschwindigkeit von $v_0 = 2 \frac{m}{s}$. Wie gross ist die Geschwindigkeit auf der unteren Ebene? $\rho_{Fe} = 7.8 \frac{g}{cm^3}$, $R = 10 cm$ (2 Punkte)

5.2

Wie Teilaufgabe 5.1, aber die Kugel rollt mit einem Rollreibungskoeffizienten von $\frac{\mu_R}{R} = 0.05$? (3 Punkte)

5.3

Die Kugel rollt wie in Teilaufgabe 5.2 bis auf die halbe Höhe. Dort ändert der Reibungskoeffizient unstetig zu Null. Mit welcher Rotationsgeschwindigkeit kommt die Kugel unten an? (2 Punkte)