
Examinator:

Bestimmungen

Lösungen

- **Rechnungsaufgaben** sind so zu lösen, dass der Weg zum Resultat aus der Herleitung nachvollziehbar ist.
- Resultate sind auf **drei signifikante Ziffern** zu runden.
- Numerische Resultate, die direkt, also ohne Rechnung ermittelt werden können, sind kurz, stichwortartig zu begründen.
- **Textantworten** müssen einsichtig, physikalisch stichhaltig und sprachlich vertretbar formuliert sein.

Bewertung

- Die **Punktzahl** steht hinter jeder (Teil-) Aufgabe in Klammern.
- Die maximale Punktzahl beträgt **53 Punkte**.
- Die Benotung erfolgt aufgrund der Formel:

$$\text{Note} = 1 + 0,1 \cdot \text{Punktesumme}$$

wobei mathematisch auf halbe Noten gerundet wird und keine Noten über 6 gesetzt werden.

Hilfsmittel

- eigener Taschenrechner
- eigene physikalische Formelsammlungen
- eigene mathematische Formelsammlung

Zeit

4 Stunden

Aufgabe 1 [9 Punkte]

Fred Feuersteins Steinzeit-Fahrzeug besteht im Wesentlichen aus zwei Steinwalzen und einem Holzgestell. Die Steinwalzen sind homogene Zylinder mit einem Durchmesser von 50 cm, einer Breite von 1,5 m und einer Masse von je 650 kg. Die Masse des Holzgestells beträgt 60 kg, diejenige von Fred Feuerstein 110 kg und die von Barney Geröllheimer 80 kg. Mit ihrem Fahrzeug stehen Fred und Barney am oberen Ende einer 100 m langen Rampe mit einem Steigungswinkel von 30° .



- a) Wie gross ist die Dichte der Steinwalzen? [1]
- b) Mit welcher Geschwindigkeit würde das Fahrzeug am unteren Ende der Rampe ankommen, wenn die Walzen nicht drehen würden, sondern das Fahrzeug reibungsfrei gleiten würde? [2]
- c) Mit welcher Geschwindigkeit kommt das Fahrzeug am unteren Ende der Rampe an, wenn die Walzen auf dem Boden rollen, ohne zu gleiten? [3]
- d) Auf der anschliessenden horizontalen Strasse rollt das Fahrzeug mit der in c) berechneten Geschwindigkeit weiter. Fred und Barney bremsen das Fahrzeug bis zum Stillstand ab, indem sie sich im Fahrzeug auf die Strasse stellen (das Fahrzeug ist bekanntlich unten offen), sich gegen die Rückenlehne neigen und mit ihren Füessen Reibung erzeugen. Dabei entspricht die Gewichtskraft von Fred und Barney gerade der Normalkraft. Wie gross ist der Reibungskoeffizient zwischen den Füessen und der Strasse, wenn der Bremsweg 450 m beträgt? [3]

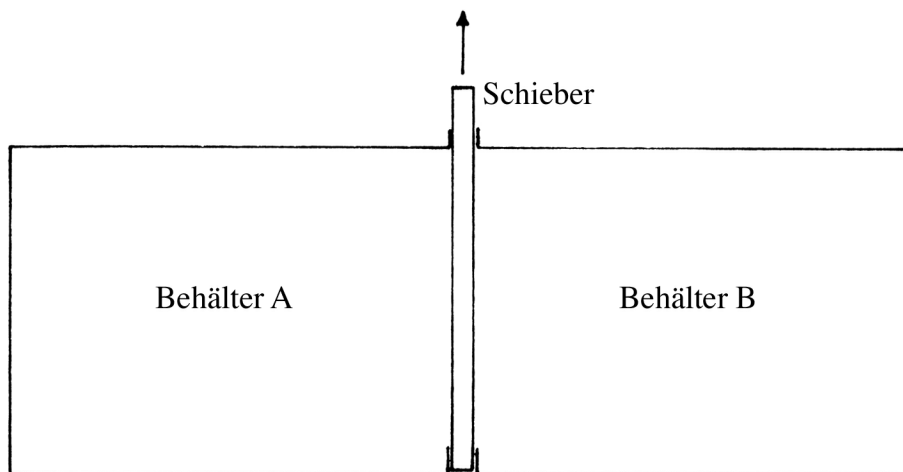
Aufgabe 2 [9 Punkte]

In einer wärmeisolierenden Mischkammer können zwei Gase durch Öffnen eines wärmeisolierenden Schiebers miteinander vermischt werden.

Die Volumina der Behälter A und B betragen je 15 dm^3 .

Der Behälter A enthält Sauerstoff bei einem Druck von 2,6 bar und einer Temperatur von 130°C .

Der Behälter B enthält 80 g Kohlenstoffdioxid.



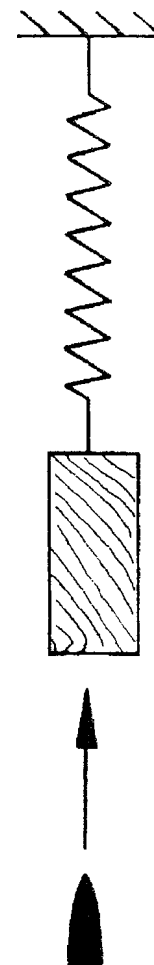
- a) Wie gross ist die Masse des Sauerstoffs? [1,5]

Nun wird der Schieber herausgezogen, sodass sich die beiden Gase (ohne chemische Reaktionen) mischen und den gesamten Raum einnehmen. Dabei stellt sich eine Temperatur von 70°C ein.

- b) Wie gross war die Temperatur im Behälter B vor dem Öffnen des Schiebers? [2,5]
- c) Wieviele CO_2 -Moleküle befanden sich im Behälter B? [2]
- d) Wie gross ist der Druck des Gasgemisches? [3]

Aufgabe 3 [10 Punkte]

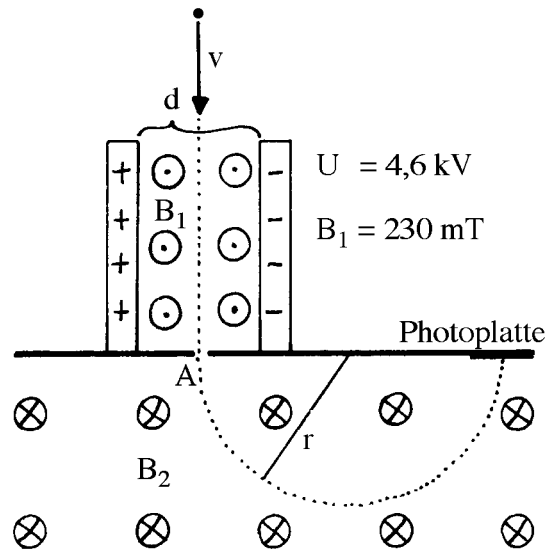
Die abgebildete Anordnung zeigt ein Federpendel, welches zur Bestimmung von Geschossgeschwindigkeiten dient. Ein Holzklotz ($m_K = 1,0 \text{ kg}$) ist an einer (masselosen) Feder ($D = 26 \text{ N/m}$) befestigt und befindet sich in Ruhe. Ein Geschoss ($m_G = 7 \text{ g}$) wird von unten senkrecht in den Holzklotz geschossen und bleibt darin stecken. Das System (Klotz und Geschoss) führt darauf eine harmonische Schwingung mit einer Amplitude von 37 cm aus. Wir nehmen an, dass das Geschoss vollständig abgebremst wird, bevor sich der Holzklotz zu bewegen beginnt.



- a) Nach welcher Zeit nach dem Einschuss des Geschosses erreicht der Holzklotz zum ersten Mal seine maximale Auslenkung?
(Falls Sie keine Lösung finden, rechnen Sie mit $t = 0,35 \text{ s}$ weiter!) [1,5]
- b) Wie gross (und in welche Richtung) sind die Geschwindigkeit und die Beschleunigung des Holzklotzes genau $0,8 \text{ s}$ nach dem Einschuss? [3]
- c) Wie gross ist die Geschossgeschwindigkeit unmittelbar vor dem Einschuss? [2]
- d) Wieviel Prozent der ursprünglichen mechanischen Geschossenergie ging beim Einschuss in Wärme über? [2]
- e) Um wieviele Grad Celsius hätte sich das Geschoss, welches aus Blei besteht, erwärmt, wenn es die ganze frei gewordene Wärme aufgenommen hätte (Holz leitet bekanntlich Wärme sehr schlecht)? [1,5]

Aufgabe 4 [9 Punkte]

Teilchen mit der Masse m und der Ladung q durchfliegen mit der Geschwindigkeit v einen Kondensator (Plattenabstand $d = 10$ cm), an den eine Spannung $U = 4,6$ kV angelegt ist. Der Kondensator wird von einem Magnetfeld $B_1 = 230$ mT mit der in der Skizze angegebenen Richtung durchsetzt. Nach dem Austritt (A) aus dem Kondensator werden die Teilchen durch ein weiteres Magnetfeld $B_2 = 20,7$ mT mit der in der Skizze angegebenen Richtung auf eine Kreisbahn mit $r = 23,5$ cm abgelenkt und auf einer Photoplatte registriert.

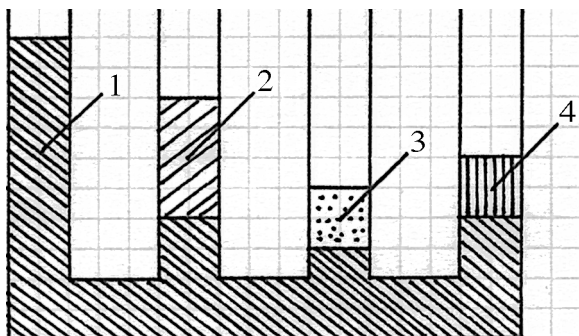


- a) Welche Kräfte wirken auf die Teilchen im Kondensator? Erstellen Sie je eine Skizze für ein positiv und ein negativ geladenes Teilchen. [2]
- b) Mit welcher Geschwindigkeit müssen die Teilchen ins Feldgebiet B_1, E_1 zwischen den Kondensatorplatten eintreten, damit sie sich hier auf geradliniger Bahn nach A bewegen? (Falls Sie keine Lösung finden, rechnen Sie mit $v = 233'000$ m/s weiter!) [2,5]
- c) Bestimmen Sie aus dem Krümmungsradius der Bahn im Magnetfeld B_2 das Ladungs-Massen-Verhältnis q/m der Teilchen. [2,5]
- d) Könnte der Teilchenstrahl gemäss c) aus einem oder mehreren der folgenden Teilchen bestehen? Begründen Sie Ihre Antwort! [2]
- | | | |
|--|------------------|---------------|
| α - Teilchen (${}^4_2\text{He}$ -Kern) | Li^{3+} | Lithium-Kern |
| β^- -Teilchen (Elektron) | O^{2-} | Sauerstoffion |
| β^+ -Teilchen (Positron) | | |

Aufgabe 5 [3 Punkte]

Ein Behälter enthält vier verschiedene, unvermischbare Flüssigkeiten. Ordnen Sie die Flüssigkeiten nach steigender Dichte und begründen Sie diese Reihenfolge.

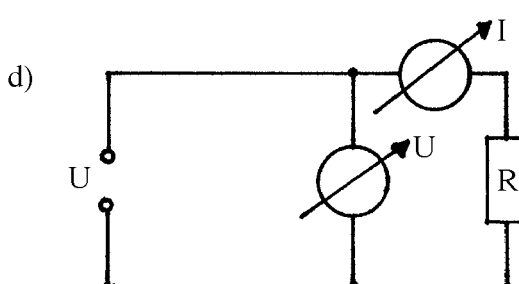
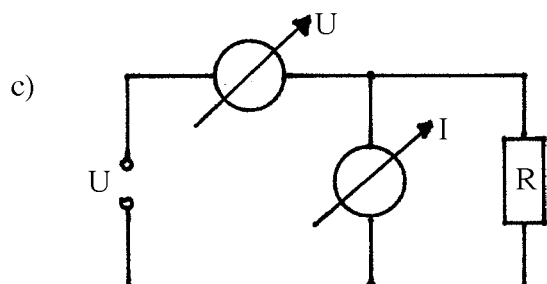
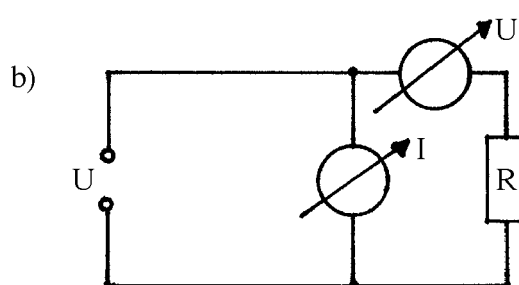
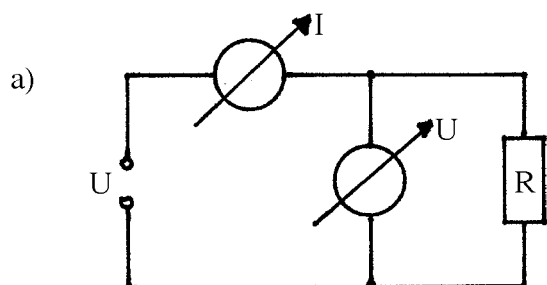
[3]



Aufgabe 6 [4 Punkte]

Mit welcher der abgebildeten Schaltungen lassen sich der Strom durch und die Spannung über dem Widerstand R am genauesten messen, wenn es sich um einen grossen Widerstand (einige $k\Omega$) handelt? Die genauen Werte der Innenwiderstände der Messgeräte sind nicht bekannt.

Begründen Sie Ihre Wahl und erklären Sie auch, warum die andern Schaltungen ungeeignet sind. [4]



Aufgabe 7 [3 Punkte]

Das schwere Wasserstoffisotop Tritium (${}^3_1\text{H}$) ist ein β^- -Strahler.

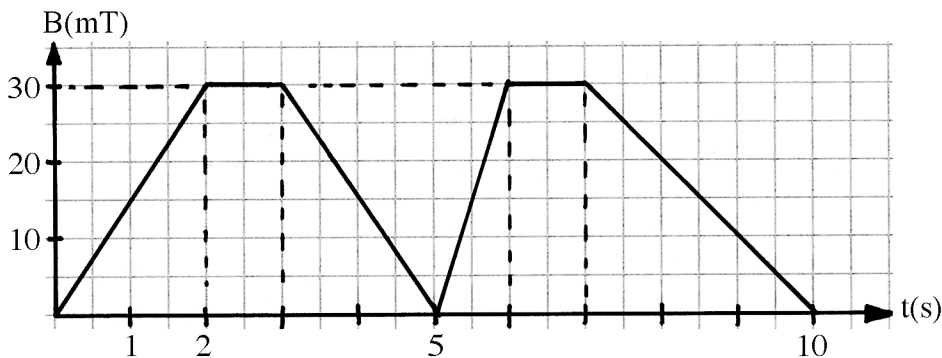
- a) Die Energie der ausgesandten β^- -Teilchen ist nicht immer gleich gross. Wie lässt sich das erklären? [2]
- b) Welches Isotop entsteht aus dem Tritium nach dem β^- -Zerfall? [1]

Aufgabe 8 [3 Punkte]

Auf einem beidseitig fest eingespannten Seil der Länge $l = 1 \text{ m}$ hat sich eine stehende Welle mit 4 Bäuchen gebildet. Erhöht man die Anregungsfrequenz um 15 Hz , so stellt sich eine stehende Welle mit 5 Bäuchen ein. Welche Frequenzen haben diese beiden Eigenschwingungen? [3]

Aufgabe 9 [3 Punkte]

Eine Spule mit 2000 Windungen und einer Querschnittsfläche von 14 cm^2 befindet sich so in einem homogenen Magnetfeld, dass die Feldlinien parallel zur Spulenchse verlaufen. Das Diagramm zeigt die Stärke des Magnetfeldes als Funktion der Zeit.



Zeichnen Sie für das Zeitintervall $0 \text{ s} \leq t \leq 10 \text{ s}$ ein $U(t)$ -Diagramm, das die in der Spule induzierte Spannung darstellt. [3]