

Associazione per l'Insegnamento della Fisica

Olimpiadi di FISICA

 36^a edizione **2022**

Landesphysikolympiade

21. Februar

Probleme

Bitte nicht umblättern!
Warte auf den Start!

Zeit: 1 Stunde und 40 Minuten

- Schreibe klar deine Lösungswege an! Teillösungen werden auch gewertet!
- Schreibe auf **alle** Blätter, die du abgibst, **links** oben deinen Namen!
- Verwende für jedes Problem ein eigenes Blatt!
Nummeriere die Blätter durch, und zwar **rechts** oben!
- Schreibe am Anfang der Lösung die Nummer des Problems, wie im folgenden Beispiel:

Problem 2

 Lösung:...
- Gib jeweils den Teil des Problems (1., 2., 3., ...) an, den du gerade beantwortest!

Wichtig für numerische Daten: Der relative Fehler der numerisch angegebenen Daten muss mit 0,1% angenommen werden, egal, wie viele Stellen vorgegeben sind, außer es wird explizit anders angegeben! Bei den in der Tabelle angegebenen Konstanten kann der Fehler hingegen vernachlässigt werden. Die daraus folgenden numerischen Ergebnisse müssen mit der entsprechenden Anzahl an signifikanten Stellen angegeben werden.

Nützliche Näherungen:

Für $x \ll 1$ kann man folgende Näherungen verwenden:

$$(1+x)^\alpha \approx 1 + \alpha x; \quad \sin(x) \approx x; \quad \tan(x) \approx x; \quad \cos(x) \approx 1 - \frac{1}{2}x^2; \quad \ln(1+x) \approx x; \quad e^x \approx 1 + x$$

Achtung: Falls es sich bei x um einen Winkel handelt, dann muss er in Radiant vorliegen!

Le Olimpiadi di Fisica
sono organizzate dall'AIF
su mandato del

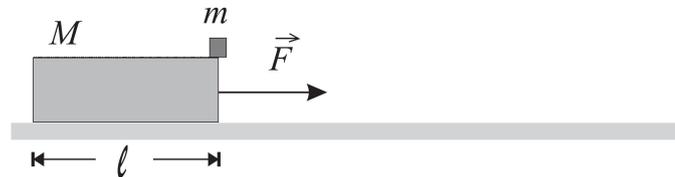


MINISTERO DELL'ISTRUZIONE

P 1 Gleite, gleite...

20 Punkte

Ein Klotz (Masse $m = 1,2 \text{ kg}$) von vernachlässigbarer Größe liegt auf dem rechten Ende eines anderen Klotzes (Masse $M = 3,5 \text{ kg}$). Dieser große Klotz kann über eine horizontale Ebene gleiten, wobei die Reibung zwischen dem großen Klotz und der Ebene vernachlässigbar ist. Der Haftreibungskoeffizient zwischen den beiden Klötzen beträgt $f_H = 0,30$, der Gleitreibungskoeffizient $f_G = 0,21$.



Anfänglich ruhen beide Klötze. Ab dem Zeitpunkt $t = 0$ wirkt auf den unteren Klotz eine Kraft, die parallel zur Ebene wirkt (siehe Abbildung) und eine Stärke von 15 N hat.

1. Zeige, dass unter diesen Voraussetzungen der obere Klotz auf dem unteren gleitet. Der untere Klotz hat eine Länge $\ell = 67 \text{ cm}$.
2. Bestimme die Beschleunigungen der beiden Klötze (im Bezugssystem Labor) und die Zeit T_c , die der obere Klotz braucht, um den linken Rand des unteren Klotzes zu erreichen.
3. Bestimme Richtung und Betrag der Geschwindigkeiten, welche die Klötze zur Zeit $t = T_c$ haben!
4. Bestimme die Verschiebung des Schwerpunktes des Systems, das von den beiden Klötzen gebildet wird, zwischen dem Zeitpunkt $t = 0$ und dem Zeitpunkt $t = T_c$.

P 2 Zwei in Einem

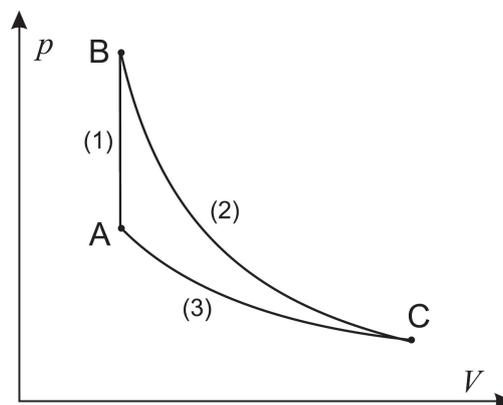
20 Punkte

Teil A

[12 Punkte]

Ein Ideales, einatomiges Gas ($c_V = 3R/2$) durchläuft einen reversiblen Kreisprozess (siehe Graphik), wobei die Zustandsänderung (1) isochor ist und das Gas vom anfänglichen Zustand ($V_A; p_A$) in den Zustand **B** überführt, bei dem der Druck doppelt so groß ist.

Die zweite Zustandsänderung (2) ist eine adiabatische Expansion und die Zustandsänderung (3) ist eine isotherme Kompression, die das Gas in den Ausgangszustand bringt.



Bestimme folgende Größen:

- den Druck p_C in Funktion von p_A und das Volumen V_C in Funktion von V_A
- den Wirkungsgrad des Zyklus
- die Leistung, die ein hypothetischer Motor erbringt, der diesen Zyklus durchläuft und beim Zustand A mit dem Druck $p_A = 100 \text{ kPa}$ und dem Volumen $V_A = 24 \text{ L}$ startet und mit einer Frequenz von $f = 75 \text{ Zyklen min}^{-1}$ arbeitet

Teil B

[8 Punkte]

Der mittlere Wert der Intensität der Sonnenstrahlung, die auf die Erde fällt (außerhalb der Atmosphäre), beträgt $E_0 = 1,38 \text{ kWm}^{-2}$, die Distanz Sonne-Erde ist $R = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$.

- Wie groß ist die mittlere Leistung, welche die Sonne abstrahlt?

Im 19. Jahrhundert wurden verschiedene Modelle vorgeschlagen, wie die Abgabe der Energie durch die Sonne erfolgt.

Eines dieser Modelle nahm an, dass die Sonne ein brennender Kohleblock sei, der Energie durch Abstrahlung emittiert. Der Heizwert von Kohle beträgt $H = 30 \text{ MJkg}^{-1}$, die Masse der Sonne $M = 1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$. Da neben dem Brennmaterial Kohle noch mindestens ein Oxidationsmittel (z.B. Sauerstoff) vorhanden sein muss, geht das Modell davon aus, dass nur 40% der Sonnenmasse aus Kohle besteht, die vollständig verbrannt werden kann.

- Berechne, nach welcher Zeit die verfügbare Kohle im Inneren der Sonne aufgebraucht wäre! Besprich, ob dieses Modell richtig sein kann!

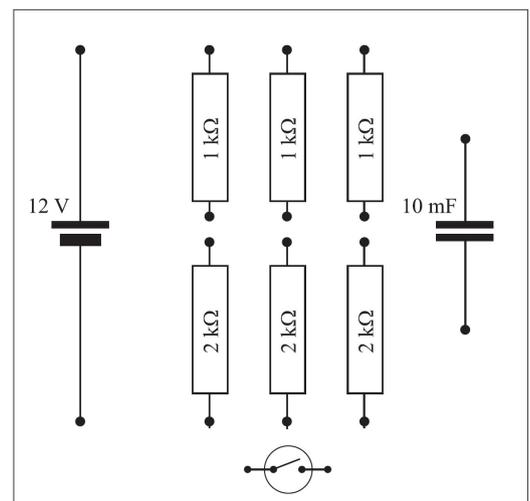
P3 RC-Kreis

20 Punkte

Ein Kondensator (Kapazität 10 mF) soll mit einer Spannung von $U = 9 \text{ V}$ geladen werden. Allerdings steht nur eine stabilisierte Spannungsquelle von $U_0 = 12 \text{ V}$ zur Verfügung. Außerdem hat man noch drei Widerstände zu $1 \text{ k}\Omega$ und weitere drei zu $2 \text{ k}\Omega$ sowie einen Schalter. Das gesamte Material ist in der Skizze dargestellt.

Man kann auf zwei Arten vorgehen:

Bei der ersten Art baut man einen einfachen RC-Kreis auf, der mit der Spannungsquelle von 12 V gespeist wird und aus dem anfänglich entladenen Kondensator, einem geeigneten Widerstand und einem Schalter besteht. Die gewünschte Spannung an den Enden des Kondensators erhält man durch das Öffnen des Schalters nach einer bestimmten Zeit.



- Wie groß muss der Widerstand des Stromkreises sein, wenn die Ladezeit eine Minute betragen soll?

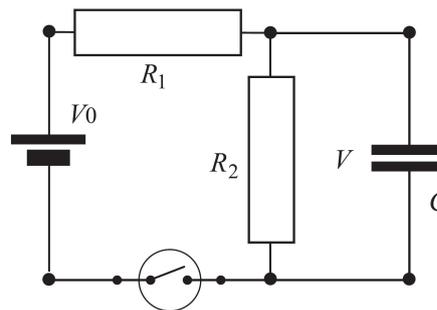
2. Berechne den Bruchteil der von der Spannungsquelle abgegebenen Energie, die im Kondensator gespeichert wird!
3. Zeige, wie man den im Teil 1 berechneten Widerstand erhalten kann, indem man einige der gegebenen Widerstände geeignet zusammenschaltet!

Tipps

- a) Eine Stammfunktion von e^{-kx} ist $-e^{-kx}/k$
- b) Nähere die Dezimalstellen des Widerstandswertes (ausgedrückt in $k\Omega$) durch einen einfachen Bruch an!

Bei der zweiten Art baut man den skizzierten Stromkreis ("Spannungsteilerschaltung") auf. Man wählt die Widerstände R_1 und R_2 so, dass beim Erreichen des stationären Zustandes die gewünschte Spannung an den Enden des Kondensators liegt.

4. Wie groß muss das Verhältnis R_2/R_1 sein, um dies zu erreichen?
5. Gib eine Möglichkeit an, wie die zur Verfügung stehenden Widerstände verwendet werden müssen, um diese Spannungsteilerschaltung zu verwirklichen!



	<p>PROGETTO OLIMPIADI Segreteria delle Olimpiadi Italiane di Fisica e-mail: segreteria@olifis.it WEB: www.olifis.it</p>	
---	--	---

Diese Unterlagen können unter Angabe der Quelle weiterverwendet werden, außer für kommerzielle Zwecke.

Übersetzung: Matthias Ratering und Klaus Überbacher, RG Meran, Johann Baldauf, RG Brixen