

Bachelorprüfung zur Physik I

Datum: 03.03.2020

Dauer: 1.5
Stunden

1 Verständnisfragen

zusätzliche Symbole müssen definiert werden 1 Punkt pro Aufgabe

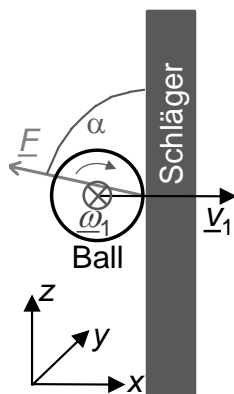
1. Welcher Formel-Zusammenhang besteht zwischen Geschwindigkeit $\underline{v}(t)$ und Beschleunigung $\underline{a}(t)$ eines Objektes? (t : Zeit)
2. Nennen Sie alle 7 Erhaltungsgrößen der Mechanik und geben Sie jeweils an, welche Bedingung für ein System aus N Objekten erfüllt sein muss, damit die Erhaltungsgröße gilt!
3. Welcher Formel-Zusammenhang besteht zwischen der Winkelgeschwindigkeit $\underline{\omega}(t)$ eines Objektes mit Trägheitsmoment T und der auf das Objekt wirkenden Kraft $\underline{F}(t)$, die am Punkt \underline{x} , gemessen vom Drehpunkt des Objektes, ansetzt? (t : Zeit)
4. Was muss ganz allgemein für ein Bezugssystem gelten, damit in diesem Bezugssystem Scheinkräfte wirken? (Textantwort)
5. Was muss für die mittlere Dichte $\bar{\rho}_{\text{Objekt}}$ eines Objektes gelten, damit es in einer Flüssigkeit der Dichte ρ_{Fl} an der Oberfläche schwimmt (und nicht untergeht)?
6. Geben Sie die kinetische Energie eines Gases aus N O_2 -Molekülen an! Das Gas liegt bei einer Temperatur T vor, bei der die Rotationsfreiheitsgrade aufgetaut sind, aber nicht die Schwingungsfreiheitsgrade.
7. Welcher molekulare Prozess erzeugt den Druck eines Gases auf eine das Gas umschließende Wand? (Skizze ist hilfreich)
8. Skizzieren Sie die vier $p(V)$ Kurven, genannt Arbeitsdiagramm, eines Stirlingmotors (isotherm-isochor-isotherm-isochor)! Markieren Sie die Arbeitsleistung ΔW_{Zyklus} pro Umdrehung des Motors! Markieren Sie durch Pfeile, bezeichnet mit Q_+ (Q_-), bei welchen der vier Prozesse dem Arbeitsgas Wärme zugeführt (abgeführt) wird!

2 Aufgaben

3 Punkte pro Aufgabe

- (*): leicht, (**): mittelschwer, (***) : schwer.
 - Generell gibt es
 - 1/3 der Punkte für den richtigen Ansatz = alle Formeln, die für das Berechnen des Ergebnisses notwendig sind, sind aufgeführt und keine weiteren,
 - 1/3 der Punkte für das Umformen der Formeln, so dass am Ende ein eindeutiger Zusammenhang zwischen gesuchter Größe und gegebenen Größen erkennbar ist,
 - 1/3 der Punkte für das korrekte Ergebnis (10 % Genauigkeit, falls nicht explizit anders verlangt) einschließlich Einheit, falls Ansatz und Umformen korrekt sind.
 - Fast immer ist es sinnvoll, zunächst eine Skizze anzufertigen, bevor man rechnet.
1. Ein PKW der Masse $m = 500 \text{ kg}$ soll mit konstanter Motorkraft F_{Motor} auf einer geraden, ebenen Strecke der Länge $\Delta s = 100 \text{ m}$ von der Anfangsgeschwindigkeit $v_1 = 0 \text{ m/s}$ auf die Endgeschwindigkeit $v_2 = 40 \text{ m/s}$ beschleunigt werden. (Alle Reibungskräfte vernachlässigen)
- (a) Berechnen Sie den Betrag der notwendigen Motorkraft! (**)
 - (b) Welche Zeit Δt dauert der Beschleunigungsvorgang? (*)
 - (c) Welche maximale Leistung P_{max} muss der Motor während der Beschleunigung aufbringen? (**)

2. Ein Tischtennisball mit Radius $r = 20\text{ mm}$ und Masse $m = 3\text{ g}$ fliegt horizontal mit $v_{x,1} = 40\text{ m/s}$ auf den Schläger eines der beiden Spieler zu. Der Ball dreht sich mit einer Winkelgeschwindigkeit von $\omega_{y,1} = 200\text{ rad/s}$ in Vorwärtsrichtung (s. Zeichnung). Der Schläger übt für eine Zeit $\Delta t = 0,001\text{ s}$ eine Kraft $|\underline{F}| = 200\text{ N}$ aus, die unter dem Winkel $\alpha = 85^\circ$ nach oben zeigt (s. Zeichnung).



- (a) Berechnen Sie das Trägheitsmoment $T = \frac{2}{3} \cdot mr^2$ des Balles und den Drehmomentvektor \underline{D} , der während des Schlages auf den Ball wirkt! (*)
- (b) Welche Winkelgeschwindigkeit $\omega_{y,2}$ hat der Ball nach dem Schlag? (Vorzeichen beachten) (**)
- (c) In welche Richtung zeigt nach dem Schlag die Kraft, die aufgrund des Magnuseffektes auf den Ball wirkt? (Skizze mit Kraftpfeil und kurze Begründung) (**)

3. Eine (nicht verformbare) Hohlkugel aus Stahl (Dichte: $\rho_{\text{Stahl}} = 8000 \text{ kg/m}^3$) mit Radius $r = 1 \text{ m}$ soll zum Tauchen verwendet werden. Sie soll dabei eine Person mit Masse $m = 80 \text{ kg}$ beinhalten. Um die Schwimmtiefe unter der Wasseroberfläche einzustellen, wird Wasser (Dichte bei $p = 10^5 \text{ Pa}$: $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg/m}^3$) in die Kugel hineingelassen (tiefer tauchen).
- (a) Welche Wanddicke d muss die Kugel haben, damit sie ohne Person und ohne Wasser an der Oberfläche schwimmt, so dass genau die Hälfte der Kugel ins Wasser eingetaucht ist? (**)
(Wandvolumen \simeq Oberfläche \cdot Wanddicke)
- (b) Welche Wassermasse $m_{\text{H}_2\text{O}}$ (auf 1% genau) muss in die Kugel, damit die Kugel mit Person in einer Tiefe von $\Delta z = 2500 \text{ m}$ unter der Wasseroberfläche schwimmt? (Kompressibilität H_2O : $\kappa = 5 \cdot 10^{-10} / \text{Pa}$) (***)
- (c) Welche Beschleunigung \underline{a} wirkt auf die zunächst ruhende Kugel mit Person, wenn man die Masse $m_{\text{H}_2\text{O}}$ an der Oberfläche in die Kugel füllt und die Kugel dann loslässt? (Richtung von \underline{a} in Skizze markieren) (**)
4. Ein Mol Gas ($N = 6 \cdot 10^{23}$ Moleküle) des linearen Moleküls CO_2 ($\text{O}=\text{C}=\text{O}$) befindet sich in einem Zylinder des Volumens $V = 10^{-3} \text{ m}^3$ bei der Temperatur $T = 300 \text{ K}$. Ein O-Atom hat die Masse $m_{\text{O}} = 2,7 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$. Ein C-Atom hat die Masse $m_{\text{C}} = 2,0 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$. Der Abstand zwischen C -Atom und O-Atom beträgt in beide Richtungen $d = 1,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.
- (a) Welcher Druck p herrscht im Gas? (ideale Gasgleichung gilt) (*)
- (b) Berechnen Sie den Betrag der mittleren Geschwindigkeit $|\bar{v}|$ und der mittleren Winkelgeschwindigkeit $|\bar{\omega}|$ der Moleküle!
(Rotationsfreiheitsgrade sind aufgetaut) (**)
- (c) Wieviel Wärmemenge ΔQ müssen Sie zuführen, um das Gas bei gleich bleibendem V auf $T_2 = 400 \text{ K}$ zu heizen?
(ideales Gas, Vibrationsfreiheitsgrade sind bis 400 K eingefroren.) (*)

Konstanten:

Erdbeschleunigung: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Boltzmannkonstante: $k_{\text{B}} = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Bestanden haben Sie mit 50 % der Punkte