

# Bachelorprüfung zur Physik I

Datum: 22.08.2019

Dauer: 1.5 Stunden

---

## 1 Verständnisfragen

benutzte Symbole müssen definiert werden

1 Punkt pro Aufgabe

1. Wie berechnet man die Geschwindigkeit  $\underline{v}(t)$  für Zeiten  $t > 0$  s, wenn zeitabhängige Beschleunigung  $\underline{a}(t)$  und Anfangsgeschwindigkeit  $\underline{v}(t = 0)$  gegeben sind. (Formel angeben)
2. Geben Sie drei skalare Erhaltungsgrößen für eine reibungsfrei fliegende Kugel der Masse  $m$  an, wenn als einzige Kraft die Erdanziehungskraft  $\underline{F} = (0, 0, -mg)$  auf die Kugel wirkt.
3. Warum kann man für ein Objekt, auf das nicht-konservative Kräfte wirken, keine potenzielle Energie  $E_{\text{pot}}(\underline{x})$  angeben ?
4. Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Drehmoment  $\underline{D}(t)$ , das auf ein Objekt der Masse  $m$  und des Trägheitsmomentes  $T$  wirkt, und der Winkelgeschwindigkeit  $\underline{\omega}(t)$  des Objektes ?
5. Ein Rad ist frei drehbar um sein Zentrum gelagert. Wenn man von oben auf das Rad schaut, dreht es sich im Uhrzeigersinn um seine Achse, die vertikal steht. In welche Richtung muss man an dieser Achse oberhalb des Rades ziehen, damit der obere Teil der Achse nach links kippt ?  
Machen Sie eine Skizze des Rades von oben und von der Seite und zeichnen Sie jeweils Winkelgeschwindigkeit  $\underline{\omega}$ , Zugrichtung  $\underline{F}$ , resultierendes Drehmoment  $\underline{D}$  und Kipprichtung ein.
6. Skizzieren Sie einen Messaufbau, um das Elastizitätsmodul  $E$  eines Metalls zu vermessen. Geben Sie alle Größen an, die man ausmessen muss, geben Sie für jede Größe ein geeignetes Messinstrument an und geben Sie an, wie man aus den vermessenen Größen das  $E$ -Modul berechnet ( $E = \dots$ ).
7. Wieviele Freiheitsgrade der Rotation hat ein  $\text{N}_2$  Molekül ?
8. Welcher molekulare Prozess erzeugt den Druck eines Gases auf eine Gefäßwand ?

## 2 Aufgaben

**3 Punkte pro Aufgabe**, Teilpunkte hinter Teilaufgaben in Klammern

(\*)=einfach, (\*\*)=mittelschwer, (\*\*\*)=schwer

Es ist zumeist sinnvoll eine **Skizze** anzufertigen, bevor man rechnet.

Bewertung: 1/3 der Punkte für den richtigen Ansatz = alle Formeln, die für das Berechnen des Ergebnisses nötig 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) einschließlich Einheit, falls Ansatz und Umformen korrekt waren.

1. Ein Kugelstoßerin lässt ihre Kugel unter einem Winkel von  $\alpha = 45^\circ$  relativ zum Erdboden in einer Höhe  $h = 1,80$  m oberhalb des Bodens mit einer Anfangsgeschwindigkeit des Betrags  $|\underline{v}(t = 0)| = 10$  m/s los. (Reibung vernachlässigen)
  - a) Nach welcher Zeit  $\Delta t$  landet die Kugel auf dem Erdboden ? (\*\*) (1)
  - b) Welche Strecke  $\Delta x$  parallel zum Erdboden hat die Kugel bis zum Aufprall zurückgelegt ? (\*) (1)
  - c) Mit welchem Geschwindigkeitsbetrag  $|\underline{v}_1|$  trifft die Kugel auf den Boden ? (\*\*) (1)
  
2. Ein Achterbahnwagen fährt mit konstantem Geschwindigkeitsbetrag  $|\underline{v}| = 20$  m/s durch eine Kurve mit Radius  $R = 5$  m.
  - a) Berechnen Sie den Betrag der Zentrifugalkraft  $|\underline{F}_z|$ , der auf einen Insassen des Achterbahnwagens mit Masse  $m = 80$  kg wirkt. (\*) (1)
  - b) Unter welchem Winkel  $\alpha$  relativ zum Erdboden muss die Kurve geneigt sein, damit die Summe aus Erdanziehungskraft und Zentrifugalkraft, die auf die Insassen wirkt, in Richtung Wagenboden zeigt ? (\*\*) (1)
  - c) Wie groß ist der Betrag dieser Gesamtkraft  $|\underline{F}_{\text{Gesamt}}|$  bei einer Person der Masse  $m = 80$  kg ? (\*) (1)

3. Ein Fahrradfahrer fährt mit konstanter Geschwindigkeit vom Betrag  $|\underline{v}_{01}| = 10 \text{ m/s}$  auf gerader Strecke. Wind weht mit einem Geschwindigkeitsbetrag  $|\underline{v}_{02}| = 3 \text{ m/s}$  unter einem Winkel  $\alpha = 45^\circ$  relativ zu dieser Strecke dem Fahrradfahrer entgegen ( $\alpha$  und  $|\underline{v}_{02}|$  sind im Ruhesystem gemessen).
- (a) Berechnen Sie den Geschwindigkeitsvektor des Windes  $\underline{v}_{12}$  im Bezugssystem des Fahrradfahrers. ( $x$ -Richtung = Fahrtrichtung,  $y$ -Richtung = senkrecht zur Fahrtrichtung) (\*\*) (1)
- (b) Berechnen Sie den Luftreibungskraftvektor  $\underline{F}_{\text{Luft}}$ , der auf den Radfahrer wirkt. Der Radfahrer hat eine Frontfläche  $A = 1 \text{ m}^2$  in Richtung Fahrtwind und einen zugehörigen  $c_w$ -Wert  $c_w = 0.3$ . (Luftdichte:  $1.2 \text{ kg/m}^3$ ) (\*\*\*) (1)
- (c) Welche Leistung  $P_{\text{Luft}}$  muss der Radfahrer gegen die Luftreibungskraft aufbringen? (\*\*) (1)
4. Der geschlossene Zylinder eines Motors werde im Zyklus isotherm-isobar-isotherm-isobar betrieben. Er ist mit einem idealen Gas gefüllt. Die isothermen Temperaturen sind  $T_1 = 300 \text{ K}$  und  $T_2 = 1000 \text{ K}$ . Die isobaren Drücke sind  $p_1 = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  und  $p_2 = 1 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ . Das kleinste Volumen des Zylinders ist  $V_A = 0.01 \text{ m}^3$ .
- (a) Skizzieren Sie das  $p(V)$ -Diagramm des Zyklus und markieren Sie  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $V_A$  und die Richtung, in der der Zyklus durchlaufen wird. (\*\*) (1)
- (b) Berechnen Sie die Volumina  $V_B$ ,  $V_C$  und  $V_D$  an den übrigen drei Schnittpunkten der isobaren und isothermen  $p(V)$  Kurven.  
 $V_B$ ,  $V_C$  und  $V_D$  müssen in der Skizze aus (a) markiert werden. (\*\*) (1)
- (b) Berechnen Sie die Arbeit  $W_{\text{Zyklus}}$ , die der Zylinder pro Zyklus leistet. (\*\*\*) (1)
- (c) Wieviel Wärme  $\Delta Q$  muss bei der isothermen Expansion bei Temperatur  $T_2$  zugeführt werden? (\*) (1)

**Konstanten:**

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

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

**Bestanden haben Sie mit 50 % der Punkte = 10 Punkte**