

**Lösungen zu den Aufgaben zur Klausur
zur Vorlesung Einführung in die Physik für Natur- und
Umweltwissenschaftler
v. Issendorff, WS2013/14
18.02.2014**

1) Welche der folgenden Formeln für die Geschwindigkeit eines Massenpunkts beschreibt eine gleichmässig beschleunigte Bewegung? (a, b, c, d sind Konstanten)

- A. $v(t) = a + bt$
- B. $v(t) = a + bt + ct^2$
- C. $v(t) = a + bt + dt^3$
- D. $v(t) = a - ct^2$
- E. $v(t) = a$

Lösung:

Gleichmässig beschleunigte Bewegung bedeutet, dass die Beschleunigung (die Ableitung von $v(t)$ nach der Zeit) eine Konstante ungleich Null ergibt.

2) Sie schleudern einen Ball 20 m senkrecht in die Höhe. Wie lange dauert es nach dem Abwurf bis Sie ihn wieder auffangen können? (Luftreibung sei vernachlässigt!)

- A. 4 s
- B. 8 s
- C. 0,5 s
- D. 20 s
- E. 3,33 s

Lösung:

Zunächst berechnen wir die Zeit t_2 , die der Ball braucht, um von der Höhe $h=20$ m wieder herunter zu fallen,

$$h = -\frac{1}{2} g t^2 = -20 \text{ m}$$
$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{40\text{m}}{9,81 \text{ m/s}^2}} \approx \sqrt{4\text{s}^2} = 2\text{s}$$

Da die Flugzeit nach oben und nach unten genau gleich lang ist, beträgt die gesamte Dauer $t=4\text{s}$.

3) Ein Auto fährt mit einer Geschwindigkeit von anfänglich $v_0=50$ km/h eine schräge Rampe hoch. Auf welcher Höhe bleibt es stehen? Der Motor sei ausgeschaltet. (Tipp: Denken Sie an die Energien!)

- A. 127 m
- B. 11 m
- C. 33 m
- D. 1,6 km
- E. 50 m

Lösung:

50 km/h = 13,9 m/s. Damit gilt:

$$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2 = mgh \quad h = \frac{v^2}{2g} = \frac{192,9}{2 * 9,81} m = 9,8 m$$

Dieser Wert wurde nicht als Lösung angeboten!

4) Wie schnell muß ein Wagen in einem Looping mit 8 m Durchmesser am höchsten Punkt mindestens sein, um nicht herunterzufallen?

- A. 6,3 m/s
- B. 62 m/s
- C. 3,6 m/s
- D. 12,5 m/s
- E. 39 m/s

Lösung:

Hier ist die Zentripetalkraft gleich der Schwerkraft:

$$m \frac{v^2}{r} = mg$$

Also $v = \sqrt{rg} = \sqrt{4m \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} = 6,3 \text{ m/s}$

5) Ein Mann (Masse $m=80$ kg) versucht ein Auto (Masse $M=1000$ kg) mithilfe eines Hebels anzuheben. Der Drehpunkt befindet sich im Abstand $d_1=10$ cm vom Ende des Hebels, auf dem das Auto aufliegt. In welchem Abstand vom Drehpunkt muß sich der Mann auf der anderen Seite auf den Hebel draufstellen, damit er das Auto gerade anheben kann?

- A. 1,25 m
- B. 2,5 m
- C. 0,8 m

- D. 0,33 km
- E. 8 m

Lösung:

Die Drehmomente müssen gleich sein,

$$d_1 m_A g = d_2 m_M g \quad d_2 = d_1 \frac{m_A}{m_M} = 0,1 \frac{1000}{80} \text{ m} = 1,25 \text{ m}$$

6) Eine Tafel Schokolade (100 g) liefert etwa 2100 kJ. Wie häufig muss ein Mensch (Masse $m=70 \text{ kg}$) die Treppen des Physikhochhauses (30 m Höhendifferenz) hochsteigen, um diese Energie abzarbeiten? Dabei wird nur 20% des Energieinhalts der Schokolade für die Hubarbeit verwendet, der Rest in den Muskeln in Wärme umgewandelt.

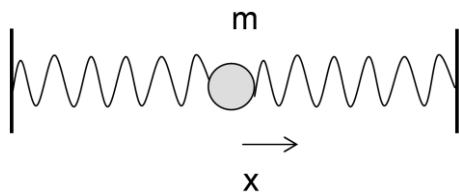
- A. 20
- B. 5
- C. 100
- D. 33
- E. 60

Lösung:

Die Energie, die bei x-fachem Hochlaufen verbraucht wird, beträgt

$$m g x h = 2100 \text{ kJ} * 20\% \quad x = \frac{2,1 * 10^6 * 0,2}{70 * 9,81 * 30} \approx \frac{21 * 10^5}{21 * 10^3} 0,2 = 20$$

7) Ein Federpendel (Masse, befestigt an einer Feder vernachlässigbarer Masse, s. Abb. unten) habe auf der Erde eine Schwingungsfrequenz $f=2 \text{ Hz}$. Wie groß ist die Schwingungsfrequenz desselben Federpendels auf dem Mond? (Die Mondbeschleunigung beträgt $g_M = 1,6 \text{ m/s}^2$)



- A. 2 Hz
- B. 1,25 Hz
- C. 5 Hz
- D. 0,8 Hz
- E. 1,6 Hz

Lösung:

Die Schwingungsfrequenz des Federpendels ist

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$$

Und damit unabhängig von der Erd- bzw. Mondbeschleunigung, d.h. $f=2$ Hz !

8) Eine Gewehrkugel der Masse 20 g schlage mit einer Geschwindigkeit von 1000 m/s in einen ruhenden Körper der Masse 100 kg ein und bleibe darin stecken. Wie schnell bewegt sich der Körper (mit Kugel) nach dem Einschlag? Vernachlässigen Sie Reibungseffekte.

- A. 0,2 m/s
- B. 20 m/s
- C. 1 m/s
- D. 0,04 m/s
- E. 0,4 m/s

Lösung:

Es gilt Impulserhaltung:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1 = 0,2 \text{ m/s}$$

9) Ein Körper schwimmt in Wasser. Sein gesamtes Volumen beträgt 125 Liter, wovon 25 Liter über die Wasseroberfläche ragen. Die Dichte von Wasser ist 1 g/cm^3 . Wie groß ist die Dichte des Körpers? (Tipp: Wie schwer ist der Körper also? Was folgt daraus für seine Dichte?)

- A. $0,8 \text{ g/cm}^3$
- B. $1,6 \text{ g/cm}^3$
- C. $1,25 \text{ g/cm}^3$
- D. $0,2 \text{ g/cm}^3$
- E. $0,1 \text{ g/cm}^3$

Lösung:

Die Masse des Körpers entspricht der Masse des verdrängten Wassers,

$$m_K = m_W = 100 \text{ l} * 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 0,1 \text{ m}^3 * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 100 \text{ kg}$$

Also ist die Dichte des Körpers

$$\rho_K = \frac{m_K}{V_K} = \frac{100 \text{ kg}}{125 \text{ l}} = \frac{100 \text{ kg}}{0,125 \text{ m}^3} = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

10) Ein Flugzeug fliegt in einer Höhe von 10 km, der äußere Luftdruck beträgt dort 30 kPa. Zum Wohlbefinden der Passagiere wird im Innenraum des Flugzeugs künstlich der "normale" Druck von 100 kPa aufrechterhalten.

Welcher Kraft muß ein Fenster des Flugzeugs, das eine Fläche $A=0,1 \text{ m}^2$ hat, standhalten?

- A. 7000 N
- B. 700 N
- C. 3000 N
- D. 100 kN
- E. 300 kg

Lösung:

Die Kraft, die auf ein Fenster wirkt, ergibt sich aus dem Druckunterschied mal der Fläche des Fensters, $F=(10000 \text{ Pa} - 30000 \text{ Pa}) 0,1 \text{ m}^2 = 7000 \text{ N}$.

11) Die Luft (Dichte $\rho=1.29 \text{ kg/m}^3$) umströmt einen Flugzeugflügel (Fläche $A=10 \text{ m}^2$) aufgrund seines Querschnittsprofils an der Ober- und Unterseite mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten $v_{oben}=600 \text{ m/s}$ bzw. $v_{unten}=580 \text{ m/s}$. Wie groß ist die Auftriebskraft, die auf den Flügel wirkt? (Tipp: Die Auftriebskraft resultiert aus dem Druckunterschied zwischen Ober- und Unterseite)

- A. 152 kN
- B. 100 N
- C. 1520 N
- D. 152 t
- E. 300 kN

Lösung:

Der Druckunterschied berechnet sich nach dem Gesetz von Bernoulli,

$$\begin{aligned} p_{unten} - p_{oben} &= \left(p_0 + \frac{1}{2} \rho v_o^2 \right) - \left(p_0 + \frac{1}{2} \rho v_u^2 \right) = \frac{1}{2} \rho (v_o^2 - v_u^2) \\ &= 15222 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Also ist die Kraft $F=(p_{unten} - p_{oben})A=15222 \text{ N} =152 \text{ kN}$.

12) Mit welcher Grundfrequenz schwingt Luft in einem beidseitig geschlossenen Rohr der Länge 1 m? Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt $c=340 \text{ m/s}$.

- A. 170 Hz
- B. 1700 Hz
- C. 340 Hz
- D. 3,4 kHz
- E. 17 Hz

Lösung:

Beim Grundton paßt eine halbe Wellenlänge in das Rohr, also $\lambda = 2 m$
Damit ergibt sich die Frequenz

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{340 \frac{m}{s}}{2 m} = 170 \text{ Hz}$$

13) An einem kalten Tag wird bei einer Außentemperatur von 0°C (273 K) ein Luftballon mit 10 Litern Luft gefüllt und anschließend in die Sonne gelegt. Aufgrund der Sonneneinstrahlung wird die Luft im Ballon auf 27°C (300 K) aufgewärmt. Wie verändert sich das Volumen des Luftballons bei gleichbleibendem Druck?

- A. Es nimmt um 1 l zu
- B. Es nimmt um 1 l ab
- C. Es nimmt um 1,5 l zu
- D. Es bleibt gleich
- E. Es nimmt um 0,1 l zu

Lösung:

Nach der idealen Gasgleichung ist das Volumen proportional zur Temperatur bei konstantem Druck. Daraus folgt

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1} = 10 \text{ l} \frac{300 \text{ K}}{273 \text{ K}} = 11 \text{ l.}$$

14) Wie viele Luftmoleküle befinden sich im Volumen $V=1 \text{ cm}^3$? Luftdruck und –Temperatur betragen $p=100 \text{ kPa}$ bzw. $T=27^\circ\text{C}$ (300 K). Nehmen Sie Luft als ideales Gas an.

- A. $2,4 \cdot 10^{19}$
- B. 24000
- C. $1,2 \cdot 10^{19}$
- D. $6 \cdot 10^{23}$
- E. $2,4 \cdot 10^{-19}$

Lösung:

Die ideale Gasgleichung läßt sich schreiben als

$$pV = N k_B T \quad N = \frac{pV}{k_B T}$$

Also ist die Teilchenanzahl im Volumen $V=1 \text{ cm}^3$

$$N = 2,4 * 10^{19}$$

15) Ein Elektron (Masse $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, Ladung $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) werde im Vakuum an der Kathode eines Plattenkondensators ausgelöst und zur Anode hin

beschleunigt. Welche Spannung U liegt zwischen Kathode und Anode an, wenn das Elektron mit einer Geschwindigkeit $v_e=2000 \text{ km/s}$ auf die Anode auftrifft? (Tipp: Welche kinetische Energie hat das Elektron beim Auftreffen? Was folgt daraus für den Potentialunterschied?)

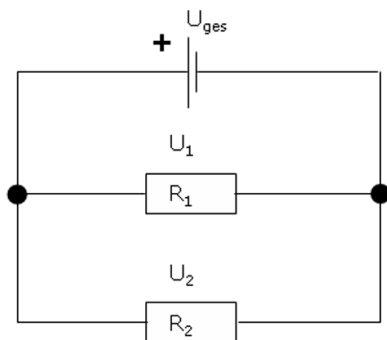
- A. 11 V
- B. 11 kV
- C. 22 V
- D. 220 V
- E. 1100 V

Lösung:

Wenn das Elektron von der Kathode bis zur Anode fliegt, dann wird die gesamte potentielle Energie $E_{pot} = eU$ in kinetische Energie $E_{kin} = \frac{1}{2} m_e v^2$ umgewandelt. Also

$$eU = \frac{1}{2} m_e v^2 \quad U = \frac{m_e v^2}{2 e} = 11 \text{ V}$$

16) Welcher Strom fließt in dem dargestellten Stromkreis bei einer angelegten Spannung von $U_{ges}=12 \text{ V}$ und den Widerständen $R_1=100 \Omega$ und $R_2=200 \Omega$?



- A. 0,18 A
- B. 1,8 A
- C. 0,36 A
- D. 18 mA
- E. 66,7 A

Lösung:

Bei Parallelschaltung von 2 Widerständen ergibt sich der Gesamtwiderstand durch

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 66,7 \Omega$$

Aus dem Ohm'schen Gesetz folgt dann

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12 \text{ V}}{66,7 \Omega} = 0,18 \text{ A}$$

17) Bei einem geparkten Auto wurde aus Versehen das Fahrzeuglicht angelassen. Die Autobatterie liefert bei einer Spannung von $U=12 \text{ V}$ eine Stromstärke $I=5 \text{ A}$ für die Scheinwerfer. Nach welcher Zeit ist die Autobatterie entleert, wenn sie mit einer gespeicherten Energie von $W=1,2 \text{ kWh}$ voll geladen war?

- A. 20 h
- B. 2 h
- C. 30 min
- D. 48 h
- E. 30 h

Lösung:

Die verbrauchte Leistung ist

$$P = \frac{W}{t} \quad t = \frac{W}{P} = \frac{W}{UI} = \frac{1200 \text{ Wh}}{60 \text{ W}} = 20 \text{ h}$$

18) Ein Tauchsieder soll einen Liter Wasser (Wärmekapazität $C = 4200 \text{ J/K}$) von 20°C auf 100°C in der Zeit $t=1 \text{ min.}$ erhitzen. Der Tauchsieder wird mit der Gleichspannung $U=230 \text{ V}$ betrieben. Wie hoch ist der benötigte Strom?

- A. 24 A
- B. 2,4 A
- C. 12 A
- D. 120 A
- E. 48 A

Lösung:

Die vom Tauchsieder aufgenommene elektrische Energie $W_{el} = P\Delta t = UI\Delta t$ entspricht der abgegebenen Wärmeenergie $\Delta Q = C\Delta T$. Daraus folgt

$$I = \frac{C\Delta T}{U\Delta t} = 24 \text{ A}$$

19) Ein Proton (Masse $1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, Ladung $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) fliegt mit einer Geschwindigkeit von 10^6 m/s durch ein Magnetfeld der Stärke 1 T . Wie groß ist der Radius der Kreisbahn?

- A. 1 cm
- B. 1 m
- C. 10 cm
- D. 1 mm
- E. 1 km

Lösung:

Der Radius ergibt sich aus der Beziehung Zentripetalkraft = Lorentzkraft:

$$m \frac{v^2}{r} = qvB \quad \Rightarrow \quad r = \frac{mv}{qB} = 1 \text{ cm}$$

20) Mit einer Sammellinse der Brennweite von $f = 0,2 \text{ m}$ werde ein leuchtendes Quadrat mit einer Seitenlänge von 5 cm auf einen Schirm hinter der Linse abgebildet; der Abstand zwischen dem Quadrat und der Linse sei $g = 0,5 \text{ m}$. Welche Seitenlänge hat das Bild des Quadrats auf dem Schirm? (Tipp: Wie groß ist die Bildweite?)

- A. 3,33 cm
- B. 5 cm
- C. 6,66 cm
- D. 2 cm
- E. 20 cm

Lösung:

Zunächst berechnen wir die Bildweite nach dem Linsengesetz,

$$b = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{g}} = \frac{f g}{g - f}$$

Die Bildgröße erhalten wir dann aus dem Abbildungsmaßstab,

$$B = G \frac{b}{g} = G \frac{f}{g - f} = 5 \text{ cm} \frac{0,2 \text{ m}}{0,5 \text{ m} - 0,2 \text{ m}} = 3,33 \text{ cm}$$