

Name:

Matrikelnummer:

Bachelor/Staatsexamen

1. Einheiten (10 Punkte)

Drücken Sie die folgenden Größen durch die Basiseinheiten (m,s,kg,A,mol,K) aus und vereinfachen Sie gegebenenfalls. Geben Sie mindestens einen Zwischenschritt an!

Beispiel: $\frac{1\text{mg}}{0,5\text{mm}^3} = 2 \frac{10^{-6}\text{kg}}{(10^{-3}\text{m})^3} = 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

(100 g = $25 \frac{18}{25}$ dram ap, 2,54 cm = 1" = 1 inch = 1 Zoll, Avogadrozahl $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}/\text{mol}$, Molgewicht von H_2O : 18 g/mol, l = Liter).

- a) 17 dram ap (2P)
- b) 12 μl (2P)
- c) 37 °C (2P)
- d) $334,556 \cdot 10^{23} H_2O$ Moleküle/cm³ (2P)
- e) 0,3 kW (2P)

$$a) 17 \text{ dram ap} \cdot \frac{100 \text{ g}}{25 \frac{18}{25} \text{ dram ap}} \stackrel{(1P)}{=} \frac{1700}{25 \frac{18}{25}} \cdot 10^{-3} \text{ kg} \approx 0.066 \text{ kg} \quad (1P)$$

$$b) 12 \cdot 10^{-6} \text{ l} \stackrel{(1P)}{=} 12 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 12 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 \quad (1P)$$

$$c) 37 \text{ °C} \stackrel{(1P)}{+} 273 \text{ K} = 310 \text{ K} \quad (1P)$$

$$d) 334,556 \cdot 10^{23} \frac{\text{Moleküle}}{\text{cm}^3} \cdot 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot \frac{1}{N_A} \stackrel{(1P)}{=} \frac{334,556 \cdot 10^{23}}{6,022 \cdot 10^{23}} \cdot \frac{0.018 \text{ kg}}{(0.01 \text{ m})^3}$$

$$= 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (1P)$$

$$e) 0,3 \text{ kW} \stackrel{(1P)}{=} 0,3 \cdot 10^3 \text{ W} = 300 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 300 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 300 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^3} \quad (1P)$$

Name:

Matrikelnummer:
Bachelor/Staatsexamen

2. Beschleunigte Bewegung (10 Punkte)

Ein Fahrradreifen von 72 cm Durchmesser dreht sich mit $\sqrt{5}$ Umdrehungen pro Sekunde.
(Dichte von Wasser: $\rho_W = 1 \text{ g/cm}^3$.)

- Wie groß sind die Kreisfrequenz und die Tangentialgeschwindigkeit. (4P)
- Wie hoch würde ein Wassertropfen von 4 mm Durchmesser fliegen, wenn er vom Fahrradreifen mit Tangentialgeschwindigkeit von 5 m/s genau senkrecht nach oben losgeschleudert wird? (2P)
- Berechnen Sie für eine Kreisfrequenz von 14/s die Zentrifugalkraft und die Gesamtkraft auf den Wassertropfen am obersten Punkt des Fahrradreifens. (4P)

(Geben Sie die Zahlenwerte mit zwei Dezimalstellen an!)

$$\begin{aligned} \text{a) } \omega &= 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot \sqrt{5} \frac{1}{s} = 14,05 \frac{1}{s} \quad (1P) \\ d_R &= 2R = 0,72 \text{ m} \rightarrow R = 0,36 \text{ m} \\ v &= \omega \cdot R = 5,06 \frac{\text{m}}{s} \quad (1P) \end{aligned}$$

$$\text{b) } v^2 = v_0^2 - 2ax \rightarrow x = (0 - v_0^2) / (2 \cdot (-g)) = \frac{25 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1,27 \text{ m} \quad (1P)$$

$$\begin{aligned} \text{c) } m_W &= \rho_W \cdot V_{\text{Kugel}} \quad (1P) = \rho_W \cdot \frac{4\pi}{3} \left(\frac{d_W}{2}\right)^3 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot \left(\frac{0,004 \text{ m}}{2}\right)^3 = 3,35 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \\ F_{Zf} &= m \omega^2 \cdot R \quad (1P) = 3,35 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \left(14 \frac{1}{s}\right)^2 \cdot 0,36 \text{ m} = 2,36 \cdot 10^{-3} \text{ N} \quad (1P) \\ F_G &= m \cdot g = 3,35 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ N} \\ F_{\text{ges}} &= F_{Zf} - F_G = 0,36 \cdot 10^{-3} \text{ N} \quad (1P) \end{aligned}$$

Name:

Matrikelnummer:
Bachelor/Staatsexamen

3. Hydrodynamik (10 Punkte)

Wasser strömt mit $v_E = 10 \text{ cm/s}$ in ein Rohr von 2 cm Durchmesser. Entlang des Rohres verringert sich der Rohrdurchmesser bis auf 2 mm am Austrittspunkt des Wassers.

(780 mmHg = 101300 Pa, Luftdruck $p_L = 101300 \text{ Pa}$,

Viskosität von Wasser: $\eta = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$, Dichte von Wasser: $\rho_W = 1 \text{ g/cm}^3$)

- Berechnen Sie die Auströmgeschwindigkeit v_A des Wassers. (2P)
- Berechnen Sie die Kraft, die auf das Rohr wirkt, wenn der statische Eingangsdruck 120 mmHg über Luftdruck beträgt. (4P)
(Der genaue Verlauf des Rohrdurchmessers kann ignoriert werden.)
- Welche Volumenstromstärke I in Liter pro Sekunde ergibt sich für eine Rohrlänge von $\Delta L = 20,4 \text{ m}$, wenn die Druckdifferenz Δp zwischen Ein- und Ausgang 40 mmHg ist und die Reduktion des Rohrdurchmessers einmal an der Einströmöffnung und einmal an der Austrittsöffnung liegt. (4P)

(Geben Sie die Zahlenwerte mit zwei Dezimalstellen an!)

a) Kontinuitätsgleichung: $v_E \cdot A_E \stackrel{(1P)}{=} v_A \cdot A_A = \text{const.}$
 $\rightarrow v_A = v_E \cdot \frac{A_E}{A_A} = v_E \cdot \left(\frac{\pi \cdot (d_E/2)^2}{\pi \cdot (d_A/2)^2} \right) = v_E \cdot \left(\frac{d_E}{d_A} \right)^2 = 0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \left(\frac{2 \text{ cm}}{0,2 \text{ cm}} \right)^2 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (1P)$

b) Bernoulli: $p_E + \frac{1}{2} \rho_W \cdot v_E^2 \stackrel{(1P)}{=} p_A + \frac{1}{2} \rho_W v_A^2 = p_{\text{ges}}$
 $p_E = p_L + 120 \text{ mmHg} = 116884,62 \text{ Pa}$
 $\rightarrow p_{\text{ges}} = 116884,62 \text{ Pa} + \frac{1}{2} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 116889,62 \text{ Pa} \quad (1P)$
 $F_E \stackrel{(1P)}{=} p_{\text{ges}} \cdot A_E = 36,72 \text{ N}$
 $F_A = p_{\text{ges}} \cdot A_A = 0,37 \text{ N} \quad \left. \vphantom{F_E} \right\} \rightarrow F_{\text{ges}} = F_E - F_A = p_{\text{ges}} \cdot (A_E - A_A) = 36,35 \text{ N} \quad (1P)$

c) Hagen - Poiseuille: $I \stackrel{(1P)}{=} \frac{\pi r^4}{8 \eta} \Delta L \cdot \Delta p$
 $\Delta p = 40 \text{ mmHg} \stackrel{(1P)}{=} 5194 \text{ Pa}; \quad r_A = \frac{d_A}{2} = 0,001 \text{ m}; \quad r_E = \frac{d_E}{2} = 0,01 \text{ m}$
 $\rightarrow I_E = \frac{\pi r_E^4}{8 \eta} \Delta L \cdot \Delta p = 1,00 \cdot 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 1,00 \cdot 10^{-4} \frac{\text{l}}{\text{s}} \quad (1P)$
 $I_A = \frac{\pi r_A^4}{8 \eta} \Delta L \cdot \Delta p = 1,00 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 1,00 \frac{\text{l}}{\text{s}} \quad (1P)$

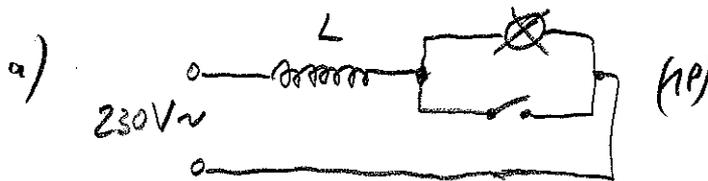
Name:

Matrikelnummer:
Bachelor/Staatsexamen

4. Elektrizität (10 Punkte)

Eine Leuchtstofflampe besteht aus einer Drosselspule (Induktivität), einer Leuchtstoffröhre und einem automatischen Schalter (Zünder). Leuchtstoffröhre und Schalter sind parallel geschaltet, die Drosselspule ist in Reihe zu beiden geschaltet. Die Leuchtstofflampe wird an 50 Hz Wechselspannung von 230 V betrieben. Die Drosselspule hat eine Induktivität von $L = 250 \text{ mH}$. Der Schalter öffnet den Stromkreis in $\Delta t = 100 \mu\text{s}$. Für die folgenden Aufgaben kann der Stromfluss durch die Leuchtstoffröhre vernachlässigt werden!

- Skizzieren Sie die beschriebene Schaltung. (1P)
- Berechnen Sie den induktiven Widerstand der Drosselspule und den Strom durch die Drosselspule, wenn der Schalter geschlossen ist. (4P)
- Berechnen Sie die Selbstinduktionsspannung beim Öffnen des Schalters, wenn der Strom durch die Drosselspule vorher 3 A beträgt. Welches Vorzeichen hat diese Spannung? (3P)
- Berechnen Sie für die angegebene Stromstärke von 3 A die in der Drosselspule gespeicherte Feldenergie. (2P)



b)

$$\omega = 2\pi \cdot 50 \text{ Hz} = 314,15 \frac{1}{\text{s}}$$

$$R_L^{(1P)} = \omega \cdot L = 314,15 \frac{1}{\text{s}} \cdot 0,25 \text{ H} = 78,54 \Omega \quad (1P)$$

$$I^{(1P)} = \frac{230 \text{ V}}{R_L} = 2,93 \text{ A} \quad (1P)$$

c)

$$U_{\text{ind}}^{(1P)} = -L \cdot \dot{I} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \cdot \frac{10 \text{ A} - 3 \text{ A}}{100 \cdot 10^{-6} \text{ s}} = +7500 \text{ V} \quad (1P)$$

d)

$$E_L^{(1P)} = \frac{1}{2} L \cdot I^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,25 \text{ H} \cdot (3 \text{ A})^2 = 1,125 \text{ J} \quad (1P)$$

Name:

Matrikelnummer:
Bachelor/Staatsexamen

5. Optik (10 Punkte)

Ein Gegenstand befindet im Abstand 20 cm vor einem Hohlspiegel der Brennweite $f = 60$ cm. Die Größe des Gegenstands beträgt 30 cm.

- Berechnen Sie die Bildweite. (2P)
- Berechnen Sie die Größe des Bildes. Steht es auf dem Kopf oder aufrecht? (3P)
- Um welche Art von Bild handelt es sich? (1P)
- Skizzieren Sie den Strahlengang zur Konstruktion des Bildes mit 3 Strahlen! (4P)

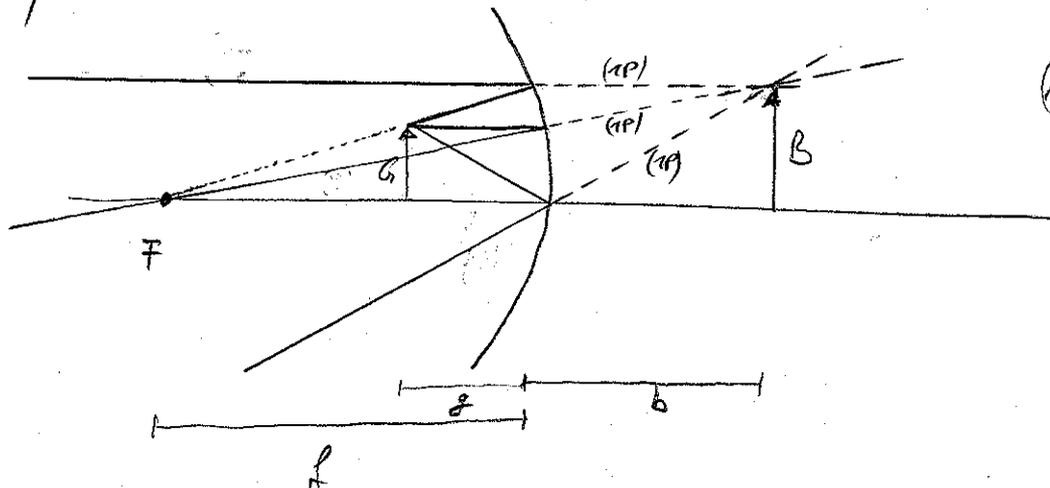
$$a) \frac{1}{f} \stackrel{(1P)}{=} \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{60 \text{ cm}} = \frac{1}{20 \text{ cm}} + \frac{1}{b} \rightarrow b = -30 \text{ cm} \quad (1P)$$

$$b) \frac{B}{G} \stackrel{(1P)}{=} \frac{b}{g} \rightarrow \frac{B}{30 \text{ cm}} = \frac{-30 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} \rightarrow B = -45 \text{ cm} \quad (1P)$$

Bild steht aufrecht (NB: Minuszeichen von B) (1P)

c) Bild ist virtuell (hinter Spiegel) (NB: Minuszeichen von b) (1P)

d)



(1P) für korrekte Lage von F , G , B und Spiegel

Name:

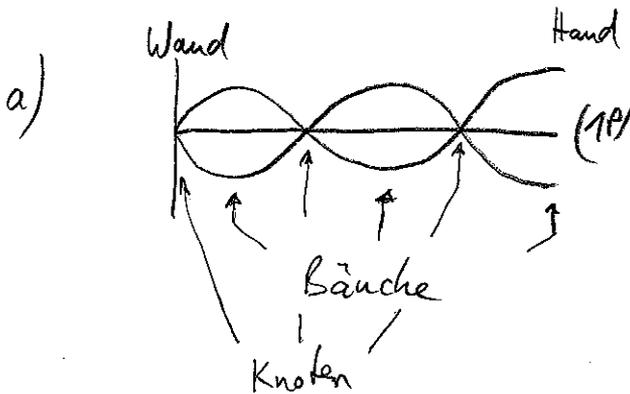
Matrikelnummer:
Bachelor/Staatsexamen

6. Wellen (10 Punkte)

Ein Seil ist an einem Ende unbeweglich an einer Wand befestigt. Im Abstand von 5 m zur Wand bewegen Sie das andere Seilende periodisch jede Sekunde 3 mal auf und ab. Dabei beobachten Sie 3 Knoten in der Seilschwingung.

Beachten Sie, dass Schwingungsbäuche bzw. -knoten an den Seilenden mitgezählt werden!

- Skizzieren Sie die Seilschwingung und geben Sie an, wie viele und wo Schwingungsbäuche auftreten. (2P)
- Welche Wellenlänge hat diese Seilschwingung? Und berechnen Sie die Phasengeschwindigkeit. (3P)
- Berechnen Sie die Frequenz der Grundschwingung für ein solches, einseitig befestigtes Seil. (3P)
(Nehmen Sie 10 m/s als Phasengeschwindigkeit an.)
- Wenn zwei Personen im Abstand von 5 m die Seilenden periodisch 2 mal jede Sekunde auf und ab bewegen, wie viele Knoten und Bäuche ergeben sich, falls beide Personen die Seilenden gleichphasig auf- und abschwingen? (2P)
(Benutzen Sie für die Phasengeschwindigkeit einen Wert von 10 m/s.)



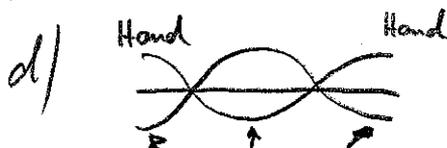
3 Bäuche, davon einer an der Hand (1P)

b) $\lambda = \frac{5 \text{ m}}{1,25 \text{ Schwingungen}} = 4 \text{ m}$ (1P)

$v = \lambda \cdot f$, $f = 3 \text{ Hz}$ $\rightarrow v = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (1P)

c) $f_n = \frac{v}{\lambda_n}$, $\lambda_n = \frac{4L}{n}$ (4, da an einem Ende ein Knoten, am anderen ein Bauch ist), $L = 5 \text{ m}$

Grundschwingung: $n=1$ $\rightarrow f_1 = 1 \cdot \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{4 \cdot 5 \text{ m}} = 0,5 \text{ Hz}$ (1P)



$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \text{ Hz}} = 5 \text{ m}$; $\frac{L}{\lambda} = \frac{5 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 1 \text{ Schwingung}$ (1P)

\rightarrow 3 Bäuche und 2 Knoten (1P)
(davon an jeder Hand einer)