

Die Fallbeschleunigung sei stets  $10 \text{ m/s}^2$ .

### I Grundlagen (15 Punkte)

#### Aufgabe I.1: Wesentliche Ziffern (2 Punkte).

In untenstehender Tabelle sind vier Messgrößen aufgelistet. Kennzeichne für jede der Messgrößen die Anzahl signifikanter Ziffern.

Messgröße	Anzahl wesentliche Ziffern
Volumen = 3201 Liter	4
Länge = 4.520 cm	4
Beschleunigung = $-0.0720 \text{ m/s}^2$	3
Anzahl Teilchen = $6.230 \cdot 10^{23}$	4

#### Aufgabe I.2: Vorsätze (2 Punkte).

Schreibe die vier Messgrößen in untenstehender Liste in Einheiten mit Vorsätzen so, dass nur Zahlen vorkommen, die im Betrag zwischen 1 und 1000 liegen, z.B., wenn ursprünglich  $0.031 \text{ cm}$  steht, schreibst du  $310 \mu\text{m}$ . [Anmerkung: Der Anzahl wesentlichen Ziffern soll hier keine Beachtung geschenkt werden!].

Messgröße	In Einheiten mit geeignetem Vorsatz
Druck = $64'250 \text{ mPa}$	$64.250 \text{ Pa}$
Leistung = $0.000'000'034 \text{ W}$	$34 \text{ nW}$
Fläche = $0.000'043'2 \text{ km}^2$	$43.2 \text{ m}^2$
Stoffmenge = $2245.2 \mu\text{mol}$	$2.2452 \text{ mmol}$

**Aufgabe I.3:** Basiseinheiten (4 Punkte).

Stelle die Einheiten Newton, Pascal, Watt und Volt mithilfe von Basiseinheiten dar.

$$\text{Newton} = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 \quad (1 \text{ P.})$$

$$\text{Pascal} = \text{N} / \text{m}^2 = \text{kg} / (\text{m} \cdot \text{s}^2) \quad (1 \text{ P.})$$

$$\text{Watt} = \text{J} / \text{s} = \text{N} \cdot \text{m} / \text{s} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^3 \quad (1 \text{ P.})$$

$$\text{Volt} = \text{J} / \text{C} = \text{Nm} / \text{As} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 / (\text{A} \cdot \text{s}^3) \quad (1 \text{ P.})$$

**Aufgabe I.4:** Prozentrechnung (3 Punkte).

Die Geschwindigkeit eines Körpers wird zunächst um 20% erhöht und danach um 20% vermindert. Wie gross ist die Veränderung der Bewegungsenergie des Körpers in Prozent? Die prozentuale Veränderung bezieht sich auf Anfangs- und Endzustand.

$$v_2 = \frac{120}{100} v_1 \rightarrow v_3 = \frac{80}{100} \cdot v_2 = \frac{80 \cdot 120}{100^2} v_1 = \frac{24}{25} v_1$$

$$E_{k3} = \frac{1}{2} m v_3^2 = \frac{1}{2} m \left( \frac{24}{25} v_1 \right)^2 = \frac{576}{625} \cdot \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{576}{625} E_{k1}$$

$$E_{k3} = 0.9216 E_{k1} \rightarrow \underline{\underline{7.84\% \text{ Abnahme}}}$$

**Aufgabe I.5:** Dichte (4 Punkte).

Eine Strassenbauequipe markiert auf einer Autobahn einen Pannenstreifen mit einem 11 cm breiten weissen Streifen aus Farbe. Die aufgesprühte Farbschicht hat eine Dicke von 375  $\mu\text{m}$ . Wie viele Kilogramm weisse Farbe werden pro Kilometer Pannenstreifen benötigt, wenn ihre Dichte 1080  $\text{kg}/\text{m}^3$  beträgt?

$$m = \rho V = \rho \cdot L \cdot b \cdot h \quad = \frac{1080 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot 1000 \text{ m} \cdot 0.11 \text{ m} \cdot 375 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

algebraisch (2 P).

numerisch (2 P).

$$= \underline{\underline{44.55 \text{ kg}}}$$

## II Mechanik (10 Punkte)

### Aufgabe II.1: Kinematik (6 Punkte).

Eine konstante Kraft von 120N wirkt auf einen frei beweglichen, anfangs ruhenden, Körper mit einer Masse von 40kg.

- a) Wie gross ist die Beschleunigung des Körpers?

$$a = \frac{F}{m}$$

algebraisch (1 P).

$$= \frac{120N}{40kg} = \underline{\underline{3m/s^2}}$$

numerisch (1 P).

- b) Welche Höchstgeschwindigkeit erreicht der Körper, wenn die Kraft ihn während fünf Sekunden beschleunigt?

$$v_{\max} = v_0 + a \cdot \Delta t = 0 + 3 \frac{m}{s^2} \cdot 5s = \underline{\underline{15m/s}}$$

algebraisch (1 P).

numerisch (1 P).

- c) Welche Strecke legt der Körper beim Beschleunigen in den ersten fünf Sekunden zurück?

$$s = \frac{v_0 + v_{\max}}{2} \cdot \Delta t = \frac{0 + 15 \frac{m}{s}}{2} \cdot 5s = \underline{\underline{37.5m}}$$

algebraisch (1 P).

numerisch (1 P).

**Aufgabe II.2:** Auftrieb (4 Punkte).

Ein Anker zieht mit einer Kraft von 1240N wenn er in der Luft am Seil baumelt. Im Wasser eingetaucht zieht er jedoch nur mit einer Kraft von 1080N am Seil.

- a) Wie viele Liter Wasser verdrängt der Anker, wenn er vollständig ins Wasser eingetaucht ist?

$$V = \frac{m_W}{\rho_W} = \frac{(1240 - 1080)N/g}{\rho_W} = \frac{160/10}{1000} m^3 = 0.016 m^3 = \underline{\underline{16 \text{ Liter}}}$$

algebraisch (1 P). numerisch (1 P).

- b) Wie gross ist die Dichte des Ankers?

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{F_G/g}{V} = \frac{1240/10 \text{ kg}}{0.016 m^3} = \underline{\underline{7750 \text{ kg/m}^3}}$$

algebraisch (1 P). numerisch (1 P).

**III Wärmelehre** (16 Punkte)**Aufgabe III.1:** (4 Punkte)

In einem dünnwandigen wärmeisolierten Gefäss befindet sich ein Kilogramm schmelzendes Eis. Wie viel siedendes Wasser (100°C) müsste man mindestens ins Gefäss giessen, damit alles Eis schmelzen würde?

$$m_E \cdot L_f = m \cdot c_{pw} \cdot \underbrace{100K}_{\Delta T}$$

$$m = \frac{m_E \cdot L_f}{c_{pw} \cdot \Delta T} = \frac{1 \cdot 333'800}{4182 \cdot 100} \text{ kg} = 0.798 \text{ kg} = \underline{\underline{798g}}$$

algebraisch (2 P). numerisch (2 P).

**Aufgabe III.2:** (5 Punkte)

Ein Alustab misst bei 20°C genau ein Meter. Ein Kupferstab ist bei dieser Temperatur 200 µm länger. Muss man die beiden Stäbe abkühlen oder erwärmen, damit sie gleich lang werden? Um wie viele Kelvin muss man die Temperatur verändern, damit die Stäbe gleich lang werden?

$$\alpha_{Al} = 23.8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\alpha_{Cu} = 16.8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

Man muss die Stäbe um

$$\Delta L_{Al} - \Delta L_{Cu} = 200 \mu\text{m} \rightarrow 1 \text{ m} \cdot \alpha_{Al} \cdot \Delta T - 1.0002 \text{ m} \cdot \alpha_{Cu} \cdot \Delta T = 200 \mu\text{m}$$

$$\Delta T = \frac{200 \mu\text{m}}{1 \text{ m} \cdot \alpha_{Al} - 1.0002 \cdot \alpha_{Cu}} \quad = \frac{2 \cdot 10^{-4} \cdot \text{K}}{(23.8 - 16.80336) \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{28.6 \text{ K erwärmen}}}$$

algebraisch (2 P).                      numerisch (2 P).                      (abkühlen oder erwärmen) (1 P).

**Aufgabe III.3:** (7 Punkte)

Bei einer Temperatur von 27°C und einem Druck von 1 bar beträgt das Volumen eines Gases 60 Liter. Das Gas wird zunächst isobar auf 177°C erwärmt. Danach wird das Gas isotherm komprimiert, bis das Volumen wieder gleich gross ist wie zu Beginn. Berechne das Gasvolumen ( $V_2$ ) nach dem Erwärmen und den Druck ( $p_3$ ) des Gases nachdem es auf das ursprüngliche Volumen komprimiert wurde.

$$T_1 = 300 \text{ K}, T_2 = 450 \text{ K}$$

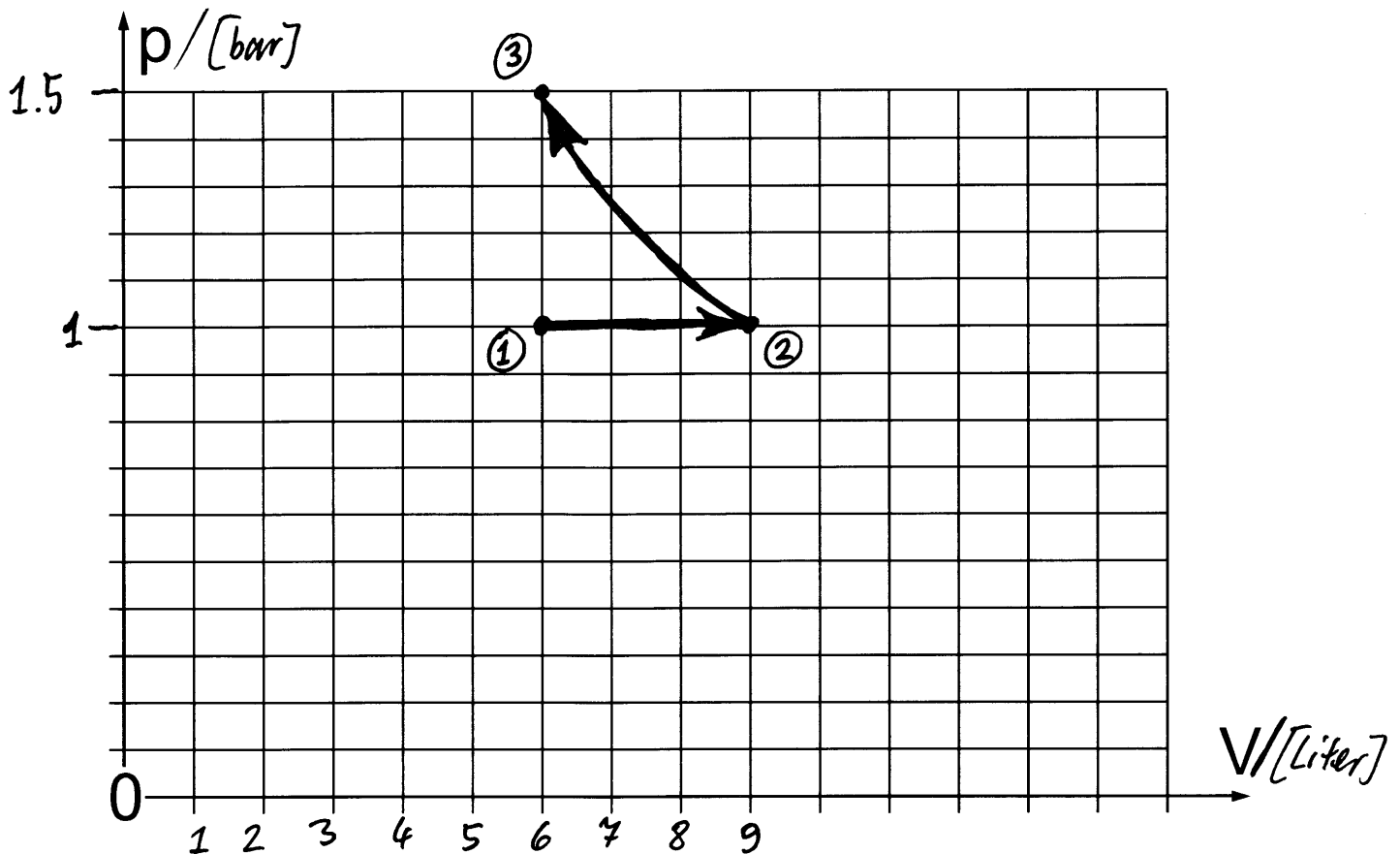
$$V_2 = V_1 T_2 / T_1 \quad = 60 \text{ Liter} \cdot 450 / 300 = \underline{\underline{90 \text{ Liter}}}$$

algebraisch (1 P).                      numerisch (1 P).

$$p_3 = p_2 V_2 / V_3 = p_1 V_2 / V_1 \quad = 1 \text{ bar} \cdot 90 / 60 = \underline{\underline{1.5 \text{ bar}}}$$

algebraisch (1 P).                      numerisch (1 P).

Stelle die beiden aufeinander folgenden Zustandsänderungen in untenstehendem p-V-Diagramm grafisch dar.



Anmerkung: Kennzeichne auf den Achsen die verwendeten Einheiten, z.B. V / [Liter].

(3 P).

#### IV Elektrizitätslehre (24 Punkte)

##### Aufgabe IV.1: (4 Punkte)

Zwei positiv geladene gleiche Metallkugeln im Abstand  $r$  stoßen sich mit einer Kraft von  $12\text{mN}$  ab. Für die Ladungen  $Q_1$  und  $Q_2$  soll gelten  $Q_1 = 5Q_2$ . Die Ladung  $Q_2$  wird in Richtung  $Q_1$  verschoben, bis sich die beiden Kugeln berühren und ein Ladungsaustausch stattfindet. Danach werden die Ladungen wieder auf den ursprünglichen Abstand  $r$  gebracht. Mit welcher Kraft stoßen sich die Ladungen danach ab?

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{5Q_2 \cdot Q_2}{r^2} = 5 \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_2^2}{r^2}$$

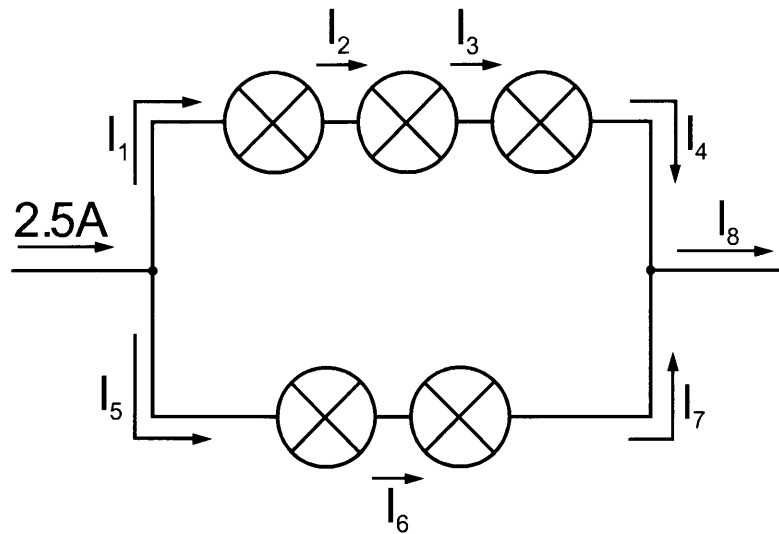
$$F' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(Q')^2}{r^2} = 9 \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_2^2}{r^2} = \frac{9}{5} F = \frac{9}{5} \cdot 12\text{mN} = \underline{\underline{21.6\text{mN}}}$$

algebraisch (2 P).

numerisch (2 P).

**Aufgabe IV.2:** (4 Punkte)

In untenstehender Parallelschaltung mit insgesamt fünf Glühlampen wird ein Strom von 2.5A aufgeteilt.



$$I_1 = \frac{2}{5} \cdot 2.5A$$

$$I_5 = \frac{3}{5} \cdot 2.5A$$

Wie gross sind die Stromstärken  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7$  und  $I_8$ ?

$$I_1 = 1A \quad I_2 = 1A \quad I_3 = 1A \quad I_4 = 1A \quad (2 P).$$

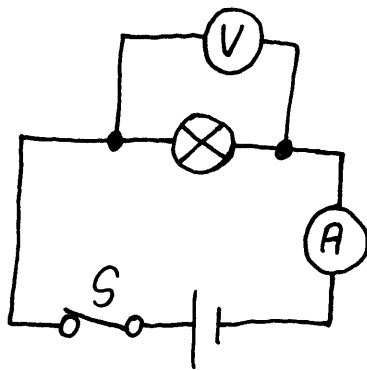
$$I_5 = 1.5A \quad I_6 = 1.5A \quad I_7 = 1.5A \quad I_8 = 2.5A \quad (2 P).$$

**Aufgabe IV.3:** (4 Punkte)

Skizziere eine Schaltung mit

- einer Spannungsquelle (Batterie),
- einem Schalter,
- einer Glühbirne (Widerstand),
- einem Amperemeter und
- einem Voltmeter.

Die beiden Messgeräte sollen die Stromstärke durch die Glühbirne und die Spannung über der Glühbirne messen.



(2 P).

Die Spannungsquelle liefert eine Spannung von 24V. Der Widerstand der Glühbirne sei  $64\Omega$ . Die Messgeräte seien ideal.

Berechne die von der Glühbirne aufgenommene elektrische Leistung.

$$P = U \cdot I = U \cdot U/R = U^2/R = \underline{\underline{9W}}$$

algebraisch (1 P).

numerisch (1 P).



**Aufgabe IV.4:** (6 Punkte)

Ein Widerstand  $R_1$  verbraucht eine elektrische Leistung von 32W, wenn er an eine Spannungsquelle von 24V angeschlossen wird. Wird  $R_1$  mit einem zweiten Widerstand  $R_2$  in Serie an die gleiche Spannungsquelle angeschlossen, so verbraucht die Schaltung eine elektrische Leistung von 19.2W.

a) Wie gross ist  $R_1$ ?

$$P = U \cdot I = U \cdot U/R = U^2/R$$

$$R_1 = U^2/P_1 = (24^2/32)\Omega = \underline{\underline{18\Omega}}$$

algebraisch (1 P).

numerisch (1 P).

b) Wie gross ist  $R_2$ ?

$$R_1 + R_2 = U^2/P_2$$

$$R_2 = (U^2/P_2) - R_1 = [(24^2/19.2) - 18]\Omega = 12\Omega$$

algebraisch (1 P).

numerisch (1 P).

c) Bei welcher Spannung verbraucht die Serienschaltung von  $R_1$  und  $R_2$  eine elektrische Leistung von 32W?

$$(U')^2 = P_1 \cdot (R_1 + R_2)$$

$$U' = \sqrt{P_1 \cdot (R_1 + R_2)} = \sqrt{32 \cdot (18 + 12)}V = \underline{\underline{31.0V}}$$

algebraisch (1 P).

numerisch (1 P).

**Aufgabe IV.5:** (6 Punkte)

Über eine 4 km lange Kupferleitung soll eine Leistung von 10 MW übertragen werden. Gegenüber der Erdung herrscht in der Leitung Hochspannung von 50 kV.

- a) Wie gross ist die Stromstärke in der Leitung?

$$I = P/U = (10 \cdot 10^6 / 50'000) A = \underline{\underline{200 A}}$$

algebraisch (½ P).

numerisch (½ P).

- b) Wie gross darf der Widerstand der Leitung bei obiger Stromstärke höchstens sein, wenn der Spannungsabfall über die Leitung 400 V betragen soll und wie gross ist dann die von der Leitung aufgenommene elektrische Leistung?

$$R = \frac{U'}{I} = \frac{400}{200} \Omega = \underline{\underline{2 \Omega}}$$

algebraisch (½ P).

numerisch (½ P).

$$P_{\text{Leitung}} = U' \cdot I = 200 \cdot 400 W = \underline{\underline{80 kW}}$$

algebraisch (1 P).

numerisch (1 P).

- c) Welche Querschnittsfläche muss die Leitung haben, damit sie den im Teil (b) der Aufgabe berechneten Widerstand hat?

$$A = \rho L / R = (1.7 \cdot 10^{-8} \cdot 4000 / 2) m^2 = \underline{\underline{34 mm^2}}$$

algebraisch (1 P).

numerisch (1 P).