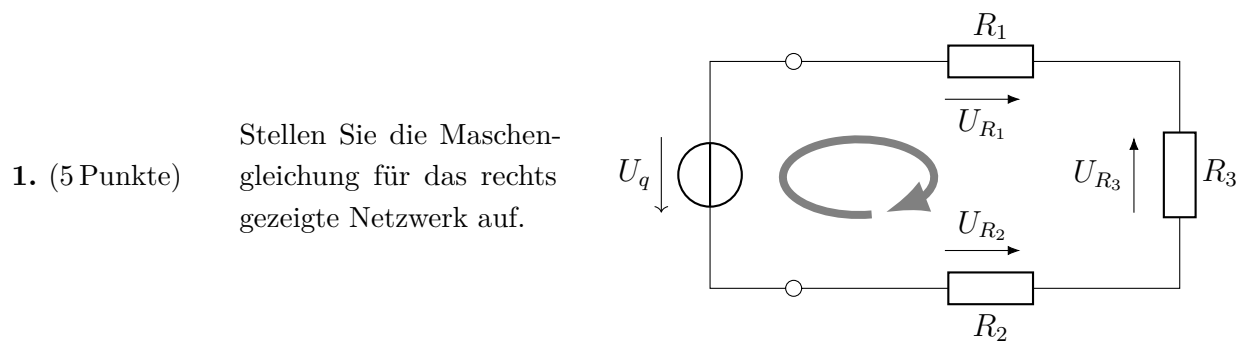


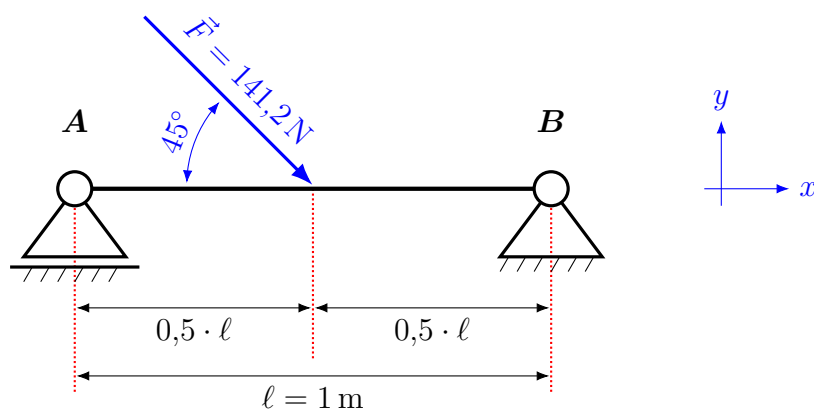
Allgemeine Hinweise zu dieser Klausur:

- Die Aufgaben dürfen in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden.
- Beantworten Sie die Aufgaben auf Schreibpapier.
- Geben Sie Endergebnisse mit 3 signifikanten Stellen an.
- **Lösungen ohne erkennbaren Lösungsweg werden nicht gewertet.**

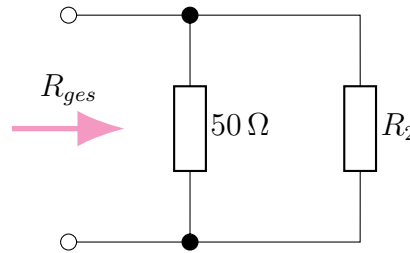
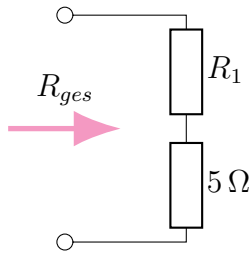


2. (12 Punkte) Rechnen Sie die gegebenen physikalische Größen in die jeweils angegebenen bzw. gefragten anderen Einheiten um:
- (2 Punkte) Wie viele Milliliter können in ein $4,0\text{ m}^3$ großes Gefäß gefüllt werden?
 - (3 Punkte) Wie schnell fährt ein Mopedfahrer in m/s, wenn auf dem Tacho 39 km/h angezeigt wird?
 - (3 Punkte) Wie viele kPa stecken in der Maßeinheit $1\frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$?
 - (4 Punkte) Drücken Sie den Wert für 2,0 Mikrojahrhunderte in Minuten aus (rechnen Sie mit 365,25 Tagen je Jahr).

3. (8 Punkte) Berechnen Sie alle Auflagerreaktionen.



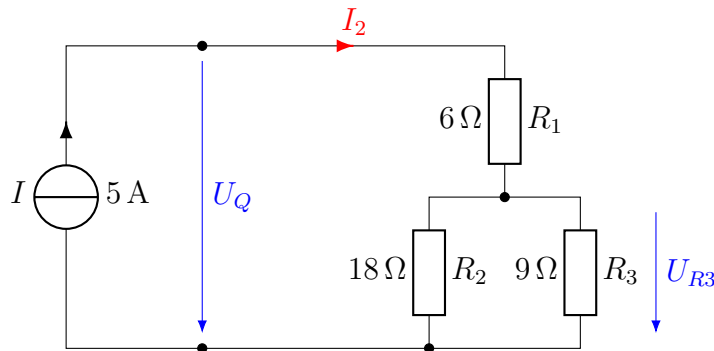
4. (8 Punkte) Kaliumdichromat $K_2Cr_2O_7$ ist das hochgiftige Kaliumsalz der in freier Form instabilen Dichromsäure. Es wird u. a. in der Klärwerkstechnik für Analysezwecke eingesetzt.
- (a) (5 Punkte) Wie viele Gramm Kalium, Chrom und Sauerstoff benötigt man für ein mol Kaliumdichromat?
- (b) (3 Punkte) Wie viele Moleküle sind in einem Gramm Kaliumdichromat enthalten?
-
5. (8 Punkte) Ein geladenes Staubteilchen mit einer Masse von $m = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ g}$ schwebt im Feld eines Plattenkondensators, an dem eine Spannung von $U = 750 \text{ V}$ angelegt wird. Die Platten sind horizontal in einem Abstand von $r = 3,0 \text{ mm}$ angeordnet.
- (a) (6 Punkte) Berechnen Sie die Ladung des Staubteilchens.
- (b) (2 Punkte) Wie vielen Elementarladungen entspricht die in a) berechnete Ladung?
-
6. (4 Punkte) Dimensionieren Sie R_1 und R_2 so, dass der resultierende Ersatzwiderstand R_{ges} jeweils gleich 25Ω wird.



7. (10 Punkte) In einem gasdichten Ofen mit dem Volumen 2 Liter befindet sich ein als ideal angenommenes Gasgemisch aus 10,0 g Natriumatomen und 1,0 g Heliumatomen. Der Druck des Gasgemischs beträgt $3,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$. Berechnen Sie die Temperatur des Gasgemischs.
-
8. (9 Punkte) In einem Thermosgefäß befinden sich 40 kg Wasser mit einer Temperatur von 90°C . Sie werfen in das Gefäß eine Eisenkugel mit einem Radius von 7 cm und einer Temperatur von -50°C . Welche Mischtemperatur stellt sich ein?

Hinweise: $\rho_{Fe} = 7,870 \text{ g cm}^{-3}$; $c_{FE} = 449 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $\rho_{H_2O} = 1,0 \text{ g cm}^{-3}$; $c_{H_2O} = 4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$;
 $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$.

9. (7 Punkte) Im nachstehenden Netzwerk treibt die Quelle I einen Strom in Höhe von 5 A:

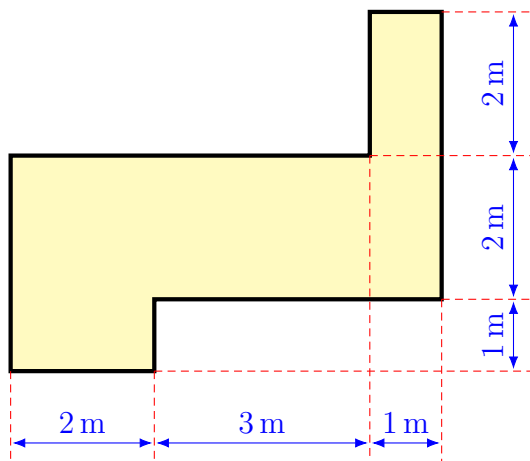


- (a) (5 Punkte) Berechnen Sie die Spannungen U_Q und U_{R3} .
(b) (2 Punkte) Berechnen Sie den Strom I_2 .

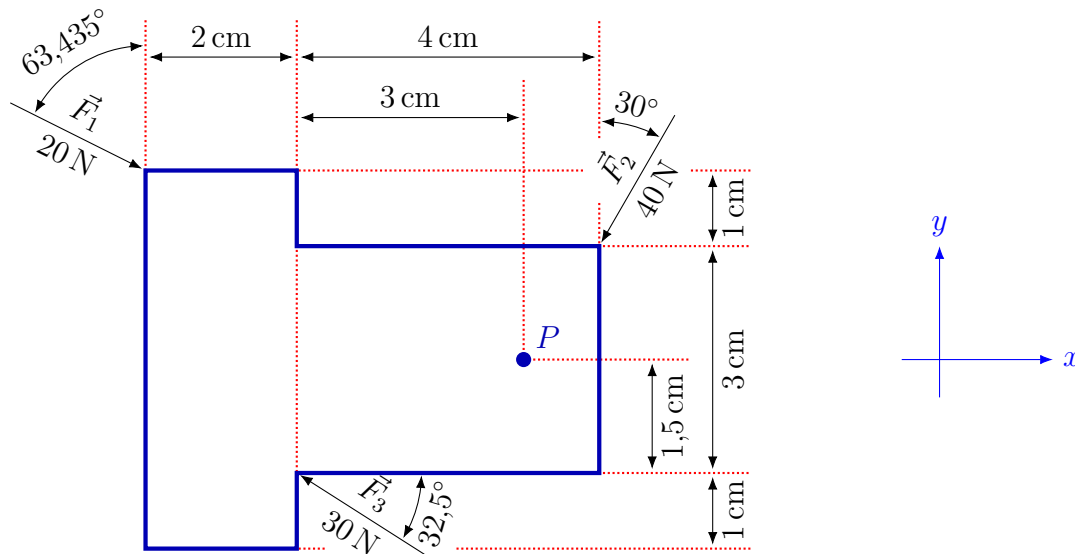
10. (7 Punkte) Der Baustatiker errechnet für das erste Stockwerk einer Fabrikhalle eine maximale durchschnittliche Bodenbelastung von 700 kg pro Quadratmeter. Sie möchten dort eine Maschine mit einer Masse von 12 t aufstellen; die Skizze zeigt den Grundriß der Maschine. Die Massenverteilung der Maschine ist in etwa gleichmäßig.

Ist dies ohne zusätzliche bauliche Maßnahmen möglich?

Begründen Sie Ihre Entscheidung anhand einer Rechnung.



11. (12 Punkte) Sie sehen den Schnitt durch einen planaren Körper, an dem drei Kräfte angreifen:



(a) (6 Punkte) Berechnen Sie die resultierende Gesamtkraft nach Betrag und Richtung.

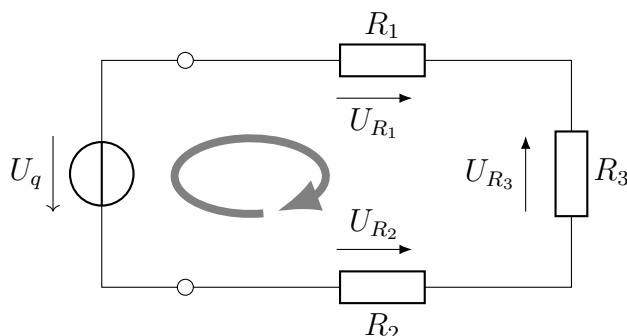
(b) (6 Punkte) Berechnen Sie das resultierende Drehmoment bezüglich des Punktes P .

Viel Erfolg!

Lösungsvorschläge:

1. (5 Punkte) <EN-A03 V 1>

Stellen Sie die Maschengleichung für das rechts gezeigte Netzwerk auf.



$$-U_q + U_{R1} - U_{R3} - U_{R2} = 0 \quad \text{Zurück zur Aufgabe}$$

2. (a) (2 Punkte) <KM-A13 V 1>

Rechnen Sie die gegebenen physikalische Größen in die jeweils angegebenen bzw. gefragten anderen Einheiten um: Wie viele Milliliter können in ein $4,0 \text{ m}^3$ großes Gefäß gefüllt werden?

$$\text{Kubikmeter} = \text{m}^3; \text{Liter} = \frac{1}{1.000} \text{m}^3 = \text{dm}^3; \text{Milliliter} \frac{1}{1.000} \text{L}^3 = \text{cm}^3.$$

$$4 \text{ m}^3 = 4 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 = 4 \cdot 10^6 \text{ cm}^3 = 4\,000\,000 \text{ cm}^3 \quad \text{Zurück zur Aufgabe}$$

2. (b) (3 Punkte) Wie schnell fährt ein Mopedfahrer in m/s, wenn auf dem Tacho 39 km/h angezeigt wird?

$$\frac{39 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{1000 \cdot 39 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \approx 10,83 \text{ m s}^{-1} \quad \text{Zurück zur Aufgabe}$$

2. (c) (3 Punkte) Wie viele kPa stecken in der Maßeinheit $1 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$?

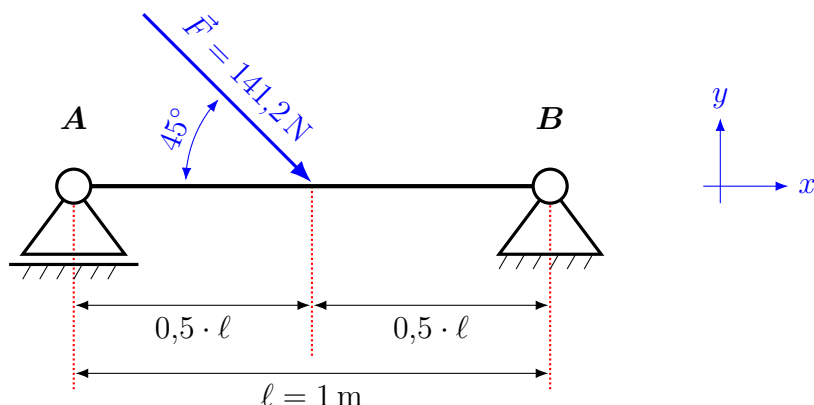
$$1 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \cdot \text{m}} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2 \cdot \text{m} \cdot \text{m}} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2 \cdot \text{m} \cdot \text{m}} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kPa} \quad \text{Zurück zur Aufgabe}$$

2. (d) (4 Punkte) Drücken Sie den Wert für 2,0 Mikrojahrhunderte in Minuten aus (rechnen Sie mit 365,25 Tagen je Jahr).

$$\begin{aligned} 2 \text{ Mikrojahrhunderte} &= 2 \cdot 10^{-6} \cdot 100 \text{ a} = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 365,25 \text{ d} = 7,305 \cdot 10^{-2} \text{ d} \\ &= 1440 \cdot 7,305 \cdot 10^{-2} \text{ min} = 105,192 \text{ min} \quad \text{Zurück zur Aufgabe} \end{aligned}$$

3. (8 Punkte) <Master-02 V 1>

Berechnen Sie alle Auflagerreaktionen.



Die eingeleitete Kraft $\vec{F}$ wird in ihre Komponenten zerlegt (unter Berücksichtigung der vorgegebenen Richtungen für x und y):

$$\vec{F}_x = |\vec{F}| \cdot \cos(45^\circ) = \sqrt{2}/2 \cdot 141,2 \text{ N} \approx +100 \text{ N}$$

$$\vec{F}_y = -|\vec{F}| \cdot \sin(45^\circ) = -\sqrt{2}/2 \cdot 141,2 \text{ N} \approx -100 \text{ N}$$

Kräfte-Gleichgewichtsbedingung: $\sum \vec{F} = 0$; dies muß komponentenweise gelten:

- In x -Richtung: Die Kraft kann nur vom Lager **B** aufgenommen werden, da **A** ein Loslager ist.

$$\text{Damit: } \vec{F}_{Ax} = 0; \vec{F}_{Bx} = \vec{F}_x = 100 \text{ N}$$

- In y -Richtung: Beide Lager können Kraft aufnehmen. Die genaue Aufteilung ergibt sich aus der Momenten-Gleichgewichtsbedingung $\sum M = 0$; diese ist hier sicher gegeben, da die y -Komponente der eingeleiteten Kraft $\vec{F}$ genau mittig zwischen den beiden Lagern angreift $\Rightarrow \vec{F}_{Ay} = \vec{F}_{By} = -1/2 \cdot \vec{F}_y \approx 50 \text{ N}$.

[Zurück zur Aufgabe](#)

4. (a) (5 Punkte) *<stoff02 V 1>*

Kaliumdichromat $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ist das hochgiftige Kaliumsalz der in freier Form instabilen Dichromsäure. Es wird u. a. in der Klärwerkstechnik für Analysezwecke eingesetzt. Wie viele Gramm Kalium, Chrom und Sauerstoff benötigt man für ein mol Kaliumdichromat?

Aus der Darstellung des Periodensystems der Elemente (in der Formelsammlung) entnehmen wir die molaren Massen:

K_2	Kalium	$2 \cdot 39,098 \text{ g mol}^{-1}$	$78,196 \text{ g mol}^{-1}$
Cr_2	Chrom	$2 \cdot 51,996 \text{ g mol}^{-1}$	$103,992 \text{ g mol}^{-1}$
O_7	Sauerstoff	$7 \cdot 15,999 \text{ g mol}^{-1}$	$111,993 \text{ g mol}^{-1}$
Summe			$294,181 \text{ g mol}^{-1}$

Also benötigt man für 1 mol Kaliumdichromat ungefähr 78,2 g Kalium, 104,0 g Chrom und 112,0 g Sauerstoff.

[Zurück zur Aufgabe](#)

4. (b) (3 Punkte) Wie viele Moleküle sind in einem Gramm Kaliumdichromat enthalten?

1 g Kaliumdichromat entspricht ungefähr $\frac{1}{294,181} \text{ mol} \approx 3,39927 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

Damit wird die gesuchte Molekülzahl:

$$N \approx N_A \cdot 3,399\,27 \cdot 10^{-3} \approx 6,022\,141 \cdot 10^{23} \cdot 3,399\,27 \cdot 10^{-3} \approx 2,047 \cdot 10^{21}. \quad \text{Zurück zur Aufgabe}$$

5. (a) (6 Punkte) <el03 V 1>

Ein geladenes Staubteilchen mit einer Masse von $m = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ g}$ schwebt im Feld eines Plattenkondensators, an dem eine Spannung von $U = 750 \text{ V}$ angelegt wird. Die Platten sind horizontal in einem Abstand von $r = 3,0 \text{ mm}$ angeordnet. Berechnen Sie die Ladung des Staubteilchens.

Da das Staubteilchen schwebt, wirkt keine äußere Kraft. Es herrscht Kräftegleichgewicht zwischen der nach unten wirkenden Gewichtskraft und der nach oben wirkenden elektrischen Kraft.

$$\begin{aligned} m \cdot g &= E \cdot Q = \frac{U}{r} \cdot Q \quad \Leftrightarrow \quad Q = \frac{m \cdot g \cdot r}{U} \\ Q &\approx \frac{2,5 \cdot 10^{-10} \text{ kg} \cdot 9,806\,65 \text{ m s}^{-2} \cdot 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{750 \text{ V}} \\ &\approx 9,81 \cdot 10^{-15} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} \text{ V}^{-1} \approx 9,81 \cdot 10^{-15} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} \cdot \text{A s}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ m}^{-2} \\ &\approx 9,81 \cdot 10^{-15} \text{ A s} \approx 9,81 \cdot 10^{-15} \text{ C} \end{aligned}$$

[Zurück zur Aufgabe](#)

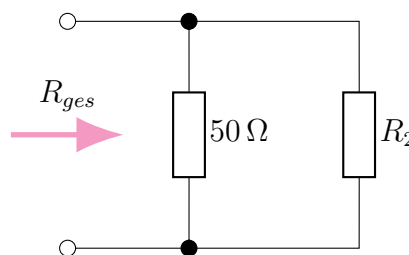
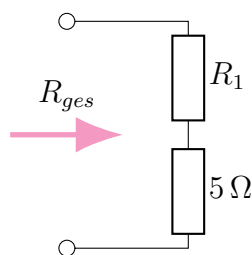
5. (b) (2 Punkte) Wie vielen Elementarladungen entspricht die in a) berechnete Ladung?

$$n \cdot e^- \approx 9,81 \cdot 10^{-15} \text{ C} \quad \Leftrightarrow \quad n \approx \frac{9,81 \cdot 10^{-15} \text{ C}}{1,602\,177 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \approx 61\,208$$

[Zurück zur Aufgabe](#)

6. (4 Punkte) <EN-A05 V 1>

Dimensionieren Sie R_1 und R_2 so, dass der resultierende Ersatzwiderstand R_{ges} jeweils gleich 25Ω wird.



Links: 20Ω , Rechts: 50Ω [Zurück zur Aufgabe](#)

7. (10 Punkte) <td01 V 0>

In einem gasdichten Ofen mit dem Volumen 2 Liter befindet sich ein als ideal angenommenes Gasgemisch aus 10,0 g Natriumatomen und 1,0 g Heliumatomen. Der Druck des Gasgemischs beträgt $3,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$. Berechnen Sie die Temperatur des Gasgemischs.

Vorab-Abschätzung: Natrium ist bei Zimmertemperatur (300 K) im festen Aggregatzustand, Helium im gasförmigen Aggregatzustand. Die Aufgabe spricht von einem „als ideal angenommenen Gasgemisch“, also muss sich die gesuchte Temperatur oberhalb des Siedepunktes von Natrium

befinden. Dieser beträgt etwa 1160 K.

Selbst dann, wenn man den Siedepunkt von Natrium nicht genau kennt, muss man bei der Abschätzung der gesuchten Temperatur auf eine Größenordnung von 1000 K kommen: Die Begrifflichkeit „Größenordnung“ bezeichnet ja einen Bereich der Mantisse von 0,3 ... 3,0, und Natrium ist

a) bei Zimmertemperatur fest und

b) die Siedetemperatur von Alkalimetallen liegt deutlich unterhalb 3000 K.

Lösungsweg a): Über die Stoffmenge; Lösungsweg b): Über die Teilchenzahl.

1. Periodensystem: Natrium = Na, Helium = He: $m_{\text{Na}} \approx 22,990 \text{ u}$; $m_{\text{He}} \approx 4,0026 \text{ u}$

2a)

$$22,990 \text{ g Na} \hat{=} 1 \text{ mol} \Leftrightarrow 10,0 \text{ g Na} \hat{=} 0,43497 \text{ mol}$$

$$4,0026 \text{ g He} \hat{=} 1 \text{ mol} \Leftrightarrow 1,0 \text{ g He} \hat{=} 0,24984 \text{ mol}$$

3a)

$$p \cdot v = n \cdot R_m \cdot T = (n_{\text{Na}} + n_{\text{He}}) \cdot R_m \cdot T \Leftrightarrow T = \frac{p \cdot v}{(n_{\text{Na}} + n_{\text{He}}) \cdot R_m}$$

$$T \approx \frac{3,5 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{(0,43497 + 0,24984) \text{ mol} \cdot 8,3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}} \approx 1229,4 \text{ K}$$

2b)

$$10,0 \text{ g Na} \hat{=} 0,43497 \text{ mol} \Leftrightarrow N_{\text{Na}} \approx 0,43497 \cdot 6,02214 \cdot 10^{23} \approx 2,61946 \cdot 10^{23}$$

$$1,0 \text{ g He} \hat{=} 0,24984 \text{ mol} \Leftrightarrow N_{\text{He}} \approx 0,24984 \cdot 6,02214 \cdot 10^{23} \approx 1,50456 \cdot 10^{23}$$

3b)

$$p \cdot v = N \cdot k_B \cdot T = (N_{\text{Na}} + N_{\text{He}}) \cdot k_B \cdot T \Leftrightarrow T = \frac{p \cdot v}{(N_{\text{Na}} + N_{\text{He}}) \cdot k_B}$$

$$T \approx \frac{3,5 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{(2,61946 \cdot 10^{23} + 1,50456 \cdot 10^{23}) \cdot 1,38065 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}} \approx 1229,4 \text{ K}$$

Häufig gemachter Fehler:

n und N verwechselt; damit statt der molaren Gaskonstante R_m die Boltzmann-Konstante k_B verwendet (oder vice versa).

Dies führt zu berechneten Temperaturen um 10^{-20} K , also sehr nahe am absoluten Nullpunkt. Bei derart niedrigen Temperaturen ist vermutlich alle Materie im festen Aggregatzustand und nicht gasförmig (simple Plausibilitätsbetrachtung); abgesehen davon passt das mit den Einheiten nicht: Man kriegt entweder das mol nicht weg, oder das Kelvin nicht her. Zurück zur Aufgabe

8. (9 Punkte) <Master-03 V 1>

In einem Thermosgefäß befinden sich 40 kg Wasser mit einer Temperatur von 90°C . Sie werfen in das Gefäß eine Eisenkugel mit einem Radius von 7 cm und einer Temperatur von -50°C . Welche Mischtemperatur stellt sich ein?

Hinweise: $\rho_{\text{Fe}} = 7,870 \text{ g cm}^{-3}$; $c_{\text{FE}} = 449 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0 \text{ g cm}^{-3}$; $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$;

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3.$$

Erzeugt von ChatGPT GPT-4 am 2025-01-26, nachgeprüft:

Berechnung der Mischtemperatur

Gegeben:

- Masse des Wassers: $m_w = 40 \text{ kg}$
- Temperatur des Wassers: $T_w = 90^\circ\text{C}$
- Spezifische Wärmekapazität von Wasser: $c_w = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$
- Radius der Eisenkugel: $r = 7 \text{ cm} = 0.07 \text{ m}$
- Dichte von Eisen: $\rho_{\text{Fe}} = 7870 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- Spezifische Wärmekapazität von Eisen: $c_{\text{Fe}} = 449 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$
- Temperatur der Eisenkugel: $T_{\text{Fe}} = -50^\circ\text{C}$

Berechnung der Masse der Eisenkugel

Das Volumen der Kugel berechnet sich mit der Formel:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi (0.07)^3$$

$$V \approx 0.001436 \text{ m}^3$$

Die Masse der Kugel ist:

$$m_{\text{Fe}} = \rho_{\text{Fe}} \cdot V = 7870 \cdot 0.001436 \approx 11.3 \text{ kg}$$

Energieerhaltung

Nach dem Energieerhaltungssatz gilt:

$$m_w c_w (T_w - T_m) = m_{\text{Fe}} c_{\text{Fe}} (T_m - T_{\text{Fe}})$$

Einsetzen der Werte:

$$40 \cdot 4186 \cdot (90 - T_m) = 11.3 \cdot 449 \cdot (T_m - (-50))$$

$$167440 \cdot (90 - T_m) = 5083.7 \cdot (T_m + 50)$$

Umstellen und Lösen der Gleichung

Multiplizieren und umstellen:

$$15069600 - 167440T_m = 5083.7T_m + 254185$$

$$15069600 - 254185 = 167440T_m + 5083.7T_m$$

$$14815415 = 172523.7T_m$$

$$T_m \approx \frac{14815415}{172523.7} \approx 85.9^\circ\text{C}$$

Ergebnis

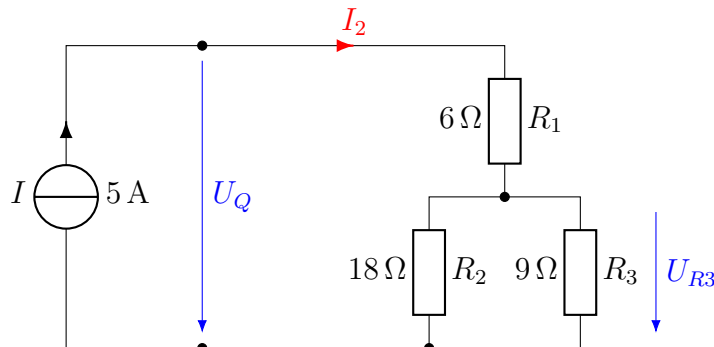
Die Mischtemperatur des Systems beträgt etwa:

$$T_m \approx 85.9^\circ\text{C}$$

[Zurück zur Aufgabe](#)

9. (a) (5 Punkte) <elekt27 V 2>

Im nachstehenden Netzwerk treibt die Quelle I einen Strom in Höhe von 5 A:



Berechnen Sie die Spannungen U_Q und U_{R3} .

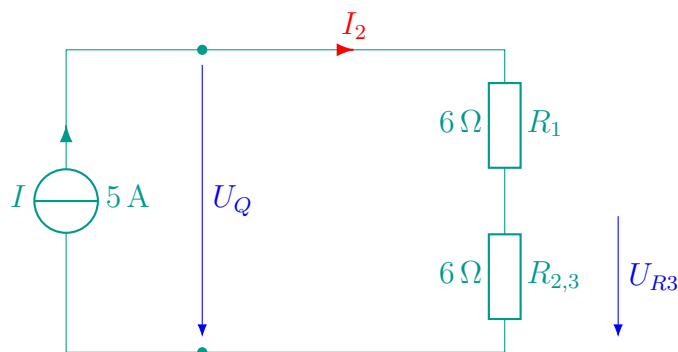
Wir fassen zunächst die Widerstände R_2 und R_3 zu einem Ersatzwiderstand $R_{2,3}$ zusammen:

$$R_{23} = R_2 || R_3 = \frac{18\Omega \cdot 9\Omega}{18\Omega + 9\Omega} = 6,000\Omega$$

Man sieht: $R_1 = R_{2,3} \Rightarrow R_1$ und $R_{2,3}$ bilden einen Spannungsteiler aus zwei gleich großen Widerständen $\rightarrow U_{R3} = \frac{1}{2} \cdot U_Q$.

U_Q erhalten wir aus dem Ohmschen Gesetz zu:

$$U_Q = I \cdot (R_1 + R_{2,3}) = 5\text{ A} \cdot 12\Omega = 60\text{ V} \Rightarrow U_{R3} = 30\text{ V}.$$



[Zurück zur Aufgabe](#)

9. (b) (2 Punkte) Berechnen Sie den Strom I_2 .

$I_2 = I = 5\text{ A}$, da sich der Stromkreis nirgendwo verzweigt.

[Zurück zur Aufgabe](#)

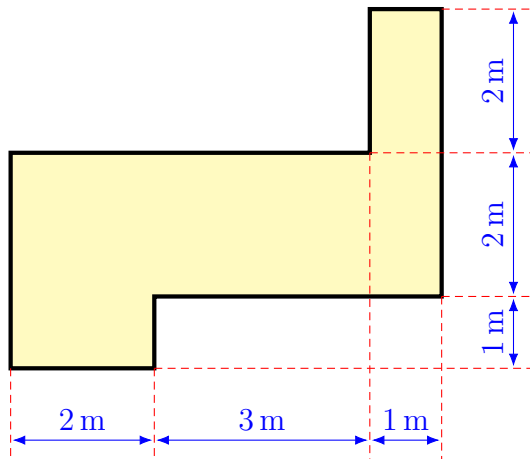
10. (7 Punkte) <ffug05 V 2>

Der Baustatiker errechnet für das erste Stockwerk einer Fabrikhalle eine maximale durchschnitt-

liche Bodenbelastung von 700 kg pro Quadratmeter. Sie möchten dort eine Maschine mit einer Masse von 12 t aufstellen; die Skizze zeigt den Grundriß der Maschine. Die Massenverteilung der Maschine ist in etwa gleichmäßig.

Ist dies ohne zusätzliche bauliche Maßnahmen möglich?

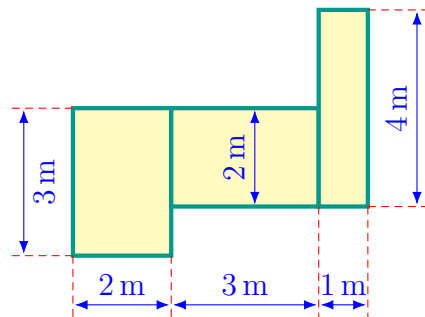
Begründen Sie Ihre Entscheidung anhand einer Rechnung.



Die Grundfläche der Maschine beträgt $A = 2 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} + 3 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} + 1 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} = 16 \text{ m}^2$ (vgl. Skizze).

Damit wird die Flächenbelastung $p = \frac{12 \text{ t}}{16 \text{ m}^2} = 750 \text{ kg m}^{-2} > 700 \text{ kg m}^{-2}$.

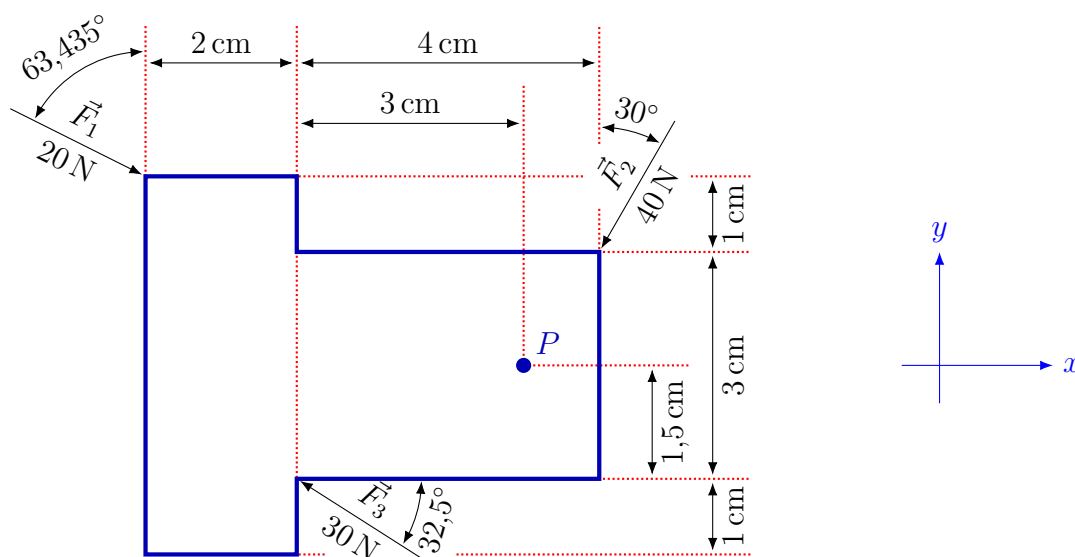
Sie dürfen diese Maschine also nicht ohne bauliche Maßnahmen (wie bsp. Einziehen zusätzlicher Lastverteilungs-Träger) aufstellen.



[Zurück zur Aufgabe](#)

11. (a) (6 Punkte) <Master-01 V 0>

Sie sehen den Schnitt durch einen planaren Körper, an dem drei Kräfte angreifen:



Berechnen Sie die resultierende Gesamtkraft nach Betrag und Richtung.

Winkel unter Berücksichtigung der vorgegebenen positiven x -Richtung (vorgegeben durch das rechts stehende kleine Koordinatensystem):

Kraft	ingezeichneter Winkel	Bezug	Effektiver Winkel α
$\vec{F}_1$	$+63,435^\circ$	-90°	$-26,565^\circ$
$\vec{F}_2$	-30°	-90°	-120°
$\vec{F}_3$	$-32,5^\circ$	$+180^\circ$	$+147,5^\circ$

Zerlegen der Kräfte in x - und y -Richtung:

Kraft	x -Komponente	y -Komponente
$\vec{F}_1$	$20 \text{ N} \cdot \cos(-26,565^\circ) = +17,889 \text{ N}$	$20 \text{ N} \cdot \sin(-26,565^\circ) = -8,944 \text{ N}$
$\vec{F}_2$	$40 \text{ N} \cdot \cos(-120^\circ) = -20,000 \text{ N}$	$40 \text{ N} \cdot \sin(-120^\circ) = -34,641 \text{ N}$
$\vec{F}_3$	$30 \text{ N} \cdot \cos(+147,5^\circ) = -25,302 \text{ N}$	$30 \text{ N} \cdot \sin(+147,5^\circ) = +16,119 \text{ N}$
$\vec{F}_\Sigma$	$-27,413 \text{ N}$	$-27,466 \text{ N}$

$$\text{Also: } \vec{F}_\Sigma \approx \begin{pmatrix} -27,413 \\ -27,466 \end{pmatrix} \text{ N; } |\vec{F}_\Sigma| \approx \sqrt{(-27,413)^2 + (-27,466)^2} \text{ N} \approx 38,806 \text{ N;}$$

$$\arg(\vec{F}_\Sigma) \approx \arctan\left(\frac{-27,466 \text{ N}}{-27,413 \text{ N}}\right) \approx -134,9^\circ \approx +225^\circ \quad \text{Zurück zur Aufgabe}$$

11. (b) (6 Punkte) Berechnen Sie das resultierende Drehmoment bezüglich des Punktes P .

Es gilt: $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$ (Kreuzprodukt). Ermittlung der $\vec{r}$ (von P zum Angriffspunkt der jeweiligen Kraft):

Kraft	x	y	F_x	F_y
$\vec{F}_1$	-5 cm	+2,5 cm	+17,889 N	-8,944 N
$\vec{F}_2$	+1 cm	+1,5 cm	-20,000 N	-34,641 N
$\vec{F}_3$	-3 cm	-1,5 cm	-25,302 N	+16,119 N

$$\vec{M}_1 \approx \begin{pmatrix} -5 \text{ cm} \\ +2,5 \text{ cm} \\ 0 \text{ cm} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} +17,889 \text{ N} \\ -8,944 \text{ N} \\ 0 \text{ N} \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ N cm}$$

$$\vec{M}_2 \approx \begin{pmatrix} +1 \text{ cm} \\ +1,5 \text{ cm} \\ 0 \text{ cm} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} -20 \text{ N} \\ -34,641 \text{ N} \\ 0 \text{ N} \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -4,641 \end{pmatrix} \text{ N cm}$$

$$\vec{M}_3 \approx \begin{pmatrix} -3 \text{ cm} \\ -1,5 \text{ cm} \\ 0 \text{ cm} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} -25,302 \text{ N} \\ +16,119 \text{ N} \\ 0 \text{ N} \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -86,310 \end{pmatrix} \text{ N cm}$$

Damit beträgt das resultierende Drehmoment $\vec{M}_\Sigma = \sum_i \vec{M}_i \approx -90,95 \text{ N cm} \approx -0,9095 \text{ N m}$.

[Zurück zur Aufgabe](#)