Vorkenntnisse T-Kurs Physik

1. Wandeln Sie die gegebenen Größen in die in Klammern stehenden Einheiten um!

a. 5,67 km/h [m/s]	b. 789 g/cm^3 [kg/m^3] [g/dm^3]
c. 67,3 µm [m] [nm] [cm]	d. 0,238 mm [m] [nm] [µm]
e. 5678,43 mm^2 [cm^2] [m^2]	f. 45 min^{-1} [s^{-1}] [h^{-1}]
g. 0,356 cm^{-1} [m^{-1}] [dm^{-1}]	h. 8,765 m/min^2 [m/s^2]

2. Ein Quader habe die Länge ℓ, die Breite b und die Höhe h.
Berechnen Sie, wie sich das Volumen V des Quaders verändert, wenn man die Länge verdoppelt, die Breite um 20% verringert und die Höhe um 20% vergrößert!

3. Die Dichte eines Körpers ist definiert als $\rho := \frac{m}{V}$, wobei m seine Masse und V sein Volumen sind.
Die Dichte ρ ist eine Materialkonstante, d.h. ihre Größe hängt nur vom Material ab.
   a. Ergänzen Sie den Satz:
   Die Dichte ρ eines Körpers ist um so größer, je ………………. die Masse und je ……………. das Volumen ist.
   b. Es wird eine Messingkugel der Masse m und des Radius r betrachtet.
      i. Stellen Sie den Zusammenhang zwischen den Größen m, r und ρ auf!
      ii. Skizzieren Sie einen Graphen, in dem die Dichte ρ der Messingkugel in Abhängigkeit von ihrem Radius r dargestellt ist!
      iii. Skizzieren Sie einen Graphen, in dem die Masse m in Abhängigkeit vom Radius r dargestellt ist!
      iv. Für Messing ist $\rho = 8{,}73\ \frac{g}{cm^3}$
      Berechnen Sie die Masse einer Messingkugel mit Radius r = 2 cm
      Berechnen Sie den Radius einer Messingkugel der Masse m = 5 kg!
   c. Für die Gewichtskraft F_G einer Masse gilt auf der Erde: $F_G = mg$, wobei g der Ortsfaktor ist.
   Eine Kraft wird in N (Newton) gemessen. In München ist $g = 9{,}81\ \frac{N}{kg}$.
   Berechnen Sie die in München auf eine Messingkugel vom Radius r = 4 cm wirkende Gewichtskraft!
   d. Die Messingkugel wird auf den Mond gebracht.
      i. Beschreiben Sie, wie sich dabei ihre Masse m, ihr Radius r, ihr Volumen V und ihre Dichte ρ ändern!
      ii. Stellen Sie Vermutungen darüber auf, wie groß die Gewichtskraft der Messingkugel im Vergleich zur Gewichtskraft auf der Erde ist!
   e. Die Messingkugel wird erhitzt. Dabei dehnt sie sich aus.
   Begründen Sie, wie sich dabei ihre Dichte ändert!

4. Im Folgenden soll die Abhängigkeit der Dichte von der Temperatur genauer untersucht werden.
Man misst die Länge ℓ_0 eines Stabes bei der Temperatur T_0 . Für die Längenausdehnung des Stabes gilt: $\Delta\ell = \alpha\, \ell_0\, \Delta T$, wobei das Symbol Δ (gesprochen „delta“) für eine Differenz steht: $\Delta\ell = \ell - \ell_0$ ist also die Vergrößerung der Länge und $\Delta T = T - T_0$ die Vergrößerung der Temperatur gegenüber den Bezugswerten ℓ_0 und T_0.
α heißt Längenausdehnungskoeffizient.

a. Für Messing ist $\alpha = 18{,}5 \, \frac{10^{-6}}{°C}$. Berechnen Sie die Ausdehnung eines Messingstabes der Länge ℓ_0 = 1m bei einer Temperaturänderung von ΔT = 10°C !

b. Vergleichen Sie die Längenausdehnung $\Delta\ell$ mit ℓ_0 !

c. Leiten Sie eine Gleichung für ℓ in Abhängigkeit von ℓ_0 und ΔT her!

d. Für den Volumenausdehnungskoeffizient γ ist $\Delta V = \gamma\, V_0\, \Delta T$.
Leiten Sie her, dass $\gamma \approx 3\,\alpha$ ist! Betrachten Sie dazu einen Messingwürfel der Länge ℓ_0 , der um die Temperatur ΔT erwärmt wird!

e. Zeigen Sie nun, dass für das Volumen V gilt: $V = V_0(1 + 3\alpha\, \Delta T)$!

f. Stellen Sie nun einen Term für die Dichte ρ in Abhängigkeit von m, ℓ_0 und ΔT auf!

g. Skizzieren Sie den Graphen von ρ in Abhängigkeit von ΔT !
Skizzieren Sie im Graphen im Punkt mit ΔT = 0 die Tangente und begründen Sie, dass $\rho(T) \approx \frac{m}{{\ell_0}^3}\,(1 + c\,\Delta T)$ ist. Welches Vorzeichen muss c haben?

5. Der elektrische Widerstand ist definiert als $R := \frac{U}{I}$, wobei U die anliegende Spannung in V (Volt) und I die Stärke des Stroms durch den Widerstand in A (Ampère) sind. Die Einheit des elektrischen Widerstands ist Ω (Ohm)

a. Geben Sie die Einheit Ω in Abhängigkeit von den Einheiten V und A an!

b. Es wird gemessen: U = 50 mV und I = 400 µA. Berechnen Sie den Widerstand R in Ω!

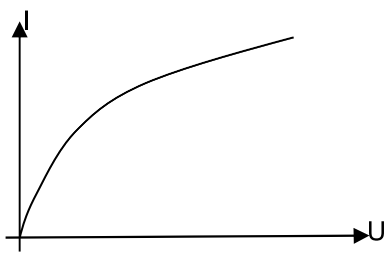
c. Es gilt: $R = \frac{U}{I}$ ist konstant für metallische Leiter konstanter Temperatur.

i. Geben Sie an, wie sich dann I in Abhängigkeit von U verhält!

ii. Im Vergleich zweier Messungen, wird bei der zweiten Messung 50% weniger Strom gemessen. Welche Aussage ist über die anliegende Spannung zu treffen?

iii. Skizzieren Sie die Graphen von I in Abhängigkeit von U für zwei verschiedene metallische Widerstände konstanter Temperatur in ein gemeinsames Diagramm! Geben Sie an, bei welchem der Graphen es sich um den größeren Widerstand handelt!

d. Bei einer Messung ergibt sich folgende Kennlinie (bei einer Kennlinie wird die Stromstärke in Abhängigkeit von der Spannung aufgetragen):



Eine lineare Skala auf beiden Achsen wird vorausgesetzt.
Ergänzen Sie den folgenden Satz: der Widerstand R ……………………….. in Abhängigkeit von U …………… . …

6. Für parallel geschaltete Widerstände gilt: $\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

Lösen Sie die Gleichung nach R_2 auf!

In einer anderen Schaltung ist $\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3}$

Lösen Sie die Gleichung nach R_3 auf!

Lösungen Vorkenntnisse T-Kurs

1a. 5.67 km/h = $5{,}67\ \frac{1000\ \text{m}}{3600\ \text{s}} = 1{,}58\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

1b. 189 g/cm³ = $789\ \frac{10^{-3}\ \text{kg}}{(10^{-2}\ \text{m})^3} = 789\ \frac{10^{-3}\ \text{kg}}{10^{-6}\text{m}^3} = 789 \cdot 10^3\ \text{kg/m}^3 = 7{,}89 \cdot 10^5\ \text{kg/m}^3 =$

$= 789\ \frac{\text{g}}{\left(10^{-1}\text{dm}\right)^3} = 789 \cdot 10^3\ \text{g/dm}^3 = 7{,}89 \cdot 10^5\ \text{g/dm}^3$

1c. $67{,}3\ \mu\text{m} = 67{,}3 \cdot 10^{-6}\ \text{m} = 6{,}73 \cdot 10^{-5}\ \text{m} =$

$= 67{,}3 \cdot 10^3\ \text{nm} = 6{,}73 \cdot 10^4\ \text{nm} =$

$= 67{,}3 \cdot 10^{-6} \cdot 10^2\ \text{cm} = 67{,}3 \cdot 10^{-4}\ \text{cm} = 6{,}73 \cdot 10^{-3}\ \text{cm}$

1d. $0{,}238\ \text{mm} = 0{,}238 \cdot 10^{-3}\ \text{m} = 2{,}38 \cdot 10^{-4}\ \text{m} =$

$= 0{,}238 \cdot 10^6\ \text{nm} = 2{,}38 \cdot 10^5\ \text{nm} =$

$= 0{,}238 \cdot 10^3\ \mu\text{m} = 2{,}38 \cdot 10^2\ \mu\text{m}$

1e. $5678{,}43\ \text{mm}^2 = 5678{,}43 \cdot (10^{-1}\ \text{cm})^2 = 5678{,}43 \cdot 10^{-2}\ \text{cm}^2 = 56{,}7843\ \text{cm}^2 = 5{,}67843 \cdot 10^1\ \text{cm}^2$

$= 5678{,}43 \cdot (10^{-3}\ \text{m})^2 = 5678{,}43 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^2 = 5{,}67843 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^2$

1f. $45\ \text{min}^{-1} = 45\ \frac{1}{\text{min}} = \frac{45}{60\ \text{s}} = 0{,}75\ \text{s}^{-1}$

$= 45\ (\tfrac{1}{60}\text{h})^{-1} = 45 \cdot 60\ \text{h}^{-1} = 2700\ \text{h}^{-1} = 2{,}7 \cdot 10^3\ \text{h}^{-1}$

1g. $0{,}356\ \text{cm}^{-1} = 0{,}356 \cdot (10^{-2}\ \text{m})^{-1} = 0{,}356 \cdot 10^2\ \text{m}^{-1} = 35{,}6\ \text{m}^{-1}$

$= 35{,}6\ (10\ \text{dm})^{-1} = 3{,}56\ \text{dm}^{-1}$

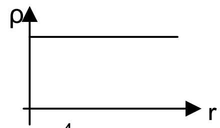
1h. $8{,}765\ \text{m/min}^2 = 8{,}765\ \frac{\text{m}}{(60\ \text{s})^2} = \frac{8{,}765\ \text{m}}{3600\ \text{s}^2} = 2{,}435 \cdot 10^{-3}\ \text{m/s}^2$

2. $V' = \ell' b' h' = 2\ell \cdot 0{,}8b \cdot 1{,}2h = 1{,}92\ \ell bh = 1{,}92\ V$.
   Das Volumen ist um 92 % größer geworden.

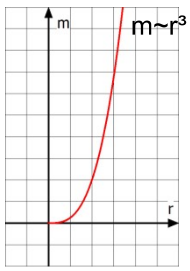
3a. Die Dichte eines Körpers ist um so größer, je größer die Masse und kleiner das Volumen ist.

3b.i. $V = \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow \rho = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3m}{4\ \pi r^3}$

3b.ii. ρ = const.



3b.iii. $m = \frac{4}{3}\pi r^3\ \ \rho$.



m ist direkt proportional zu r³

3b.iv. $m = \frac{4}{3}\pi r^3\ \ \rho = \frac{4}{3}\pi\ (2\text{cm})^3 \cdot 8{,}73\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{4}{3}\pi \cdot 8\text{cm}^3 \cdot 8{,}73\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 293\ \text{g} = 0{,}3\ \text{kg}$

$r^3 = \frac{3m}{4\pi\rho} \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{3m}{4\pi\rho}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 5000\text{g}}{4\pi \cdot 8{,}73\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}} = \sqrt[3]{137\ \text{cm}^3} = 5\ \text{cm}$

3c. $F = m\ g = \frac{4}{3}\pi r^3\ \ \rho \cdot g = \frac{4}{3}\pi\ (4\ \text{cm})^3 \cdot 8{,}73\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 9{,}81\ \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 2{,}3 \cdot 10^4\ \frac{\text{N g}}{\text{kg}} = 2{,}3\ 10\ \text{N} = 23\ \text{N}$

3d.i. keine der Größen m, r, V, und ρ ändern sich beim Transport auf den Mond.

3d.ii. Die Anziehungskraft durch das Zentralgestirn (hier Erde bzw. Mond) ist um so größer, je größer die Masse des Zentralgestirns ist und je kleiner der Abstand des Körpers vom Massenmittelpunkt des Zentralgestirns ist.

3e. Bei gleicher Masse wird das Volumen größer, also wird die Dichte kleiner.

4a. $\Delta\ell = \alpha\, \ell_0\, \Delta T = 18{,}5\, \frac{10^{-6}}{K} \cdot 1\text{m} \cdot 10\text{ K} = 1{,}85 \cdot 10^{-4}\text{ m} = 0{,}185\text{ mm}$.

4b. $\Delta\ell << \ell_0$ („<< " bedeutet „sehr viel kleiner als“)

4c. $\Delta\ell = \ell - \ell_0 \Rightarrow \ell = \ell_0 + \Delta\ell = \ell_0(1 + \alpha\, \Delta T)$

4d. $V = \ell^3 = \ell_0^3(1 + \alpha\, \Delta T)^3 = \ell_0^3 (1 + 3\, \alpha\, \Delta T + 3\, (\alpha\, \Delta T)^2 + (\alpha\, \Delta T)^3)$

$\Delta\ell << \ell_0$, da $\alpha\, \Delta T << 1$. Also sind erst recht $(\alpha\, \Delta T)^2 <<1$ und $(\alpha\, \Delta T)^3 << 1$.

Deshalb ist $V = \ell^3 \approx \ell_0^3 (1 + 3\, \alpha\, \Delta T)$

Mit $V = \ell_0^3 (1 + \gamma\, \Delta T)$ folgt: $\gamma \approx 3\, \alpha$.

4e. $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{l_0^3\, (1 + \gamma\, \Delta T)}$

4f. Es handelt sich um eine Hyperbel der Form $f(x) = \frac{a}{1+bx}$

Für kleine Werte von ΔT weichen die Werte von ρ nur wenig von denen ab, die man erhält, wenn man sie bei der Tangente abliest.

Die Gleichung der Tangente hat die Form $\rho = a\, \Delta T + b$, für $\Delta T = 0$ erhält man $\rho = \frac{m}{l_0^3} = b$

(Hinweis: Denken Sie an die Geradengleichung $y = ax + b$)

Die Tangente hat eine negative Steigung, also muss in $\rho(T) \approx \frac{m}{\ell_0^3}\, (1 + c\, \Delta T)$ gelten, dass $c < 0$ ist.

Für die, die schon Differentialrechnung können:

Die Steigung dieser Tangente ist die Ableitung von ρ nach ΔT an der Stelle $\Delta T = 0$.

$\Rightarrow a = -\frac{m\gamma}{l_0^3}$

$\Rightarrow \rho \approx a\, \Delta T + b = -\frac{m\gamma}{l_0^3}\, \Delta T + \frac{m}{l_0^3} = \frac{m}{l_0^3}(1 - \gamma\, \Delta T)$.

$\Rightarrow c = -\gamma < 0$

5a. $R = \frac{U}{I}$, also $\Omega = \frac{V}{A}$.

Prinzipiell wäre es möglich, $1\Omega = 1{,}2\, \frac{V}{A}$ zu definieren (oder eine andere Zahl als 1,2).

Aber tatsächlich wurde definiert $1\Omega = 1\, \frac{V}{A}$

5b. $R = \frac{U}{I} = \frac{50 \cdot 10^{-3}\text{V}}{400 \cdot 10^{-6}\text{A}} = 125\ \Omega$

5c.i. I ist direkt proportional zu U.

Verdoppeln von U bedeutet Verdoppeln von I.

Verdreifachen von U bedeutet Verdreifachen von I.

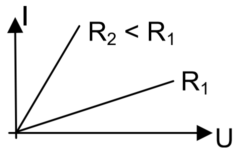
Vervierfachen von U bedeutet Vervierfachen von I.

Ver-n-Fachen von U bedeutet Ver-n-Fachen von I.

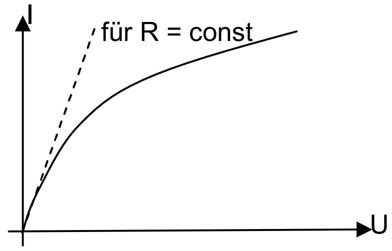
Halbieren von U bedeutet Halbieren von I.

5c.ii. 50% weniger Strom wird verursacht durch 50% weniger Spannung.

5c.iii. Der Graph einer direkten Proportionalität ist eine Ursprungsgerade.



5d.



Die gestrichelte Linie zeigt den Verlauf von I in Abhängigkeit von U für einen konstanten Widerstand. Die Stromstärke ist für ein vorgegebenes U aber kleiner also der Widerstand größer als im Fall des konstanten Widerstands. Der Widerstand nimmt also mit zunehmender Spannung zu.

5e. $\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_{ges}} - \frac{1}{R_1} = \frac{R_1 - R_{ges}}{R_1 R_{ges}}$$

$$R_2 = \frac{R_1\ R_{ges}}{R_1 - R_{ges}}$$

5f. $\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3}$

$$\frac{1}{R_2 + R_3} = \frac{1}{R_{ges}} - \frac{1}{R_1} = \frac{R_1\ R_{ges}}{R_1 - R_{ges}}$$

$$R_2 + R_3 = \frac{R_1\ R_{ges}}{R_1 - R_{ges}}$$

$$R_3 = \frac{R_1\ R_{ges}}{R_1 - R_{ges}} - R_2$$