

1. Wie lautet der Betrag eines 3-dimensionalen Vektors  $\vec{a} = (a_x, a_y, a_z)$  ? Ein weiterer Vektor  $\vec{b}$  steht senkrecht zu Vektor  $\vec{a}$ . Was ergibt das Skalarprodukt dieser beiden Vektoren?

$$a) |\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

b) 0

2. Beschreiben Sie folgenden Größen durch geeignete Vorsätze von Zehnerpotenzen:

a) Den Erdumfang von 40000000 Metern

b) sowie die Verzögerung durch die Verwürfelung von etwa 0,0000003 Sekunden bei einer Kabelfernsehsendung.

a) 40 Mm (Megameter)

b) 300 ns (Nanosekunde) bzw. 0,3  $\mu$ s (Mikrosekunde)

3. Wie viel Kubikzentimeter ( $cm^3$ ) entsprechen dem Volumen von einem Liter (1l) ?

$$1l = 1000 \text{ cm}^3 = 1 \cdot 10^3 (\text{cm}^3)$$

4. Am Ende einer Berechnung erhalten Sie  $m/s$  im Zähler und  $m/s^2$  im Nenner. Wie lautet die endgültige Maßeinheit?

s (Sekunde)

5. Sei  $\Delta x$  die Verschiebestrecke und  $\Delta s$  das dafür benötigte Zeitintervall. Wie ermittelt sich daraus die mittlere Geschwindigkeit?

$$\hat{v} = \frac{\Delta x}{\Delta s}$$

6. Ein Gegenstand hat am Ort  $s_0 = 0$  zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  keine Geschwindigkeit. Er wird nun  $t_1 = 10 \text{ s}$  gleichmäßig beschleunigt. Die Beschleunigung ist  $a = 2 \frac{m}{s^2}$ . Welchen Weg legt er in dieser Zeit zurück und welche Geschwindigkeit hat er am Ende der Bewegung (in  $\frac{km}{h}$ ). Skizzieren sie zusätzlich ein Weg-Zeit- sowie Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm.

$$s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \frac{m}{s^2} (10 \text{ s})^2 = 100 \text{ m}$$

$$v = a t = 2 \frac{m}{s^2} 10 \text{ s} = 20 \frac{m}{s} = 72 \frac{km}{h}$$

Bei Skizze beachten: Achsenbeschriftung, markante Punkte einzeichnen:

$(0,0)$ ,  $(10s, 100m)$  sowie  $(0,0)$ ,  $(10s, 20 \frac{m}{s})$

7. Wie lautet das 2. Newtonsche Axiom, das die physikalischen Größen Beschleunigung  $a$ , Kraft  $F$  und Masse  $m$  in Beziehung setzt?

$$F = m \cdot a$$

8. Wie groß ist die Lage- bzw. Höhenenergie eines Körpers der Masse  $m$ , der um die Höhe  $h$  angehoben wurde?

$$E_{Lage} = m \cdot g \cdot h$$

9. Auf einen Körper wirkt senkrecht zu seiner Bewegungsrichtung eine Kraft. Wird bei diesem Vorgang physikalisch gesehen Arbeit verrichtet?

Nein, eine Kraft verrichtet nur dann Arbeit an einem Körper, wenn die Kraft oder eine Komponente der Kraft in die Bewegungsrichtung des Körpers zeigt. (Beispiel für keine Verrichtung von Arbeit: Auto, ebene Straße, Gravitationskraft)

10. In einem Gasthermometer mit konstantem Volumen betrage der Druck 0.4 bar beim Gefrierpunkt von Wasser, bei welcher Temperatur beträgt der Druck 0.1 bar?

$$pV = nRT \quad , \quad p_1 = 0.4 \text{ bar} \quad , \quad p_2 = 0.1 \text{ bar} \quad , \quad T_1 = 273,15 \text{ K}$$

$$p_1V = nRT_1 \quad , \quad p_2V = nRT_2$$

$$\frac{V}{nR} = \frac{T_1}{p_1} \quad , \quad T_2 = p_2 \cdot \frac{V}{nR}$$

$$T_2 = 0,1 \text{ bar} \cdot \frac{273,15 \text{ K}}{0,4 \text{ bar}} = 68,29 \text{ K}$$

11. Wie hoch ist ihr Wirkungsgrad einer Wärmekraftmaschine, die pro Zyklus 100 J Wärme aufnimmt und 60 J abgibt? Wie viel Leistung gibt die Maschine ab, wenn ein Zyklus 0,5 s andauert?

$$\eta = \frac{60 \text{ J}}{100 \text{ J}} = 60\%$$

$$P = \frac{60 \text{ J}}{0,5 \text{ s}} = 120 \text{ W}$$

12. Zwei Ladungen der Größe  $3 \mu\text{C}$  befinden sich bei  $(0 \text{ m}, 0 \text{ m})$  und  $(0 \text{ m}, 6 \text{ m})$ . Eine dritte Ladung  $q_3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  befinde sich bei  $(8 \text{ m}, 0 \text{ m})$ . Wie groß ist der Betrag der Kraft, die auf  $q_3$  wirkt?

$$q_1 = q_2 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}, \quad q_3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C},$$

$$\vec{r}_1 = (0 \text{ m}, 0 \text{ m}), \quad \vec{r}_2 = (0 \text{ m}, 6 \text{ m}), \quad \vec{r}_3 = (8 \text{ m}, 0 \text{ m}),$$

$$r_{13} = \sqrt{64 \text{ m}^2 + 0} = 8 \text{ m}, \quad \vec{e}_{r13} = \frac{\vec{r}_3 - \vec{r}_1}{r_{13}} = (1, 0)$$

$$r_{23} = \sqrt{64 \text{ m}^2 + 36 \text{ m}^2} = 10 \text{ m}, \quad \vec{e}_{r12} = \frac{\vec{r}_3 - \vec{r}_2}{r_{23}} = (0,8, -0,6)$$

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot Q}{r^2} \vec{e}_r$$

$$\vec{F} = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_3}{r_{13}^2} \vec{e}_{r13} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2 \cdot q_3}{r_{23}^2} \vec{e}_{r23} = \frac{q_1 \cdot q_3}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{\vec{e}_{r13}}{r_{13}^2} + \frac{\vec{e}_{r23}}{r_{23}^2} \right)$$

$$= \frac{6 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2}{4 \cdot \pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Jm}}} \left( \begin{array}{c} \frac{1}{64 \text{ m}^2} + \frac{0,8}{100 \text{ m}^2} \\ 0 - \frac{0,6}{100 \text{ m}^2} \end{array} \right)$$

$$= \frac{6 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2}{4 \cdot \pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Jm}} \cdot 100 \text{ m}^2} \left( \begin{array}{c} \frac{100}{64} + 0,8 \\ -0,6 \end{array} \right)$$

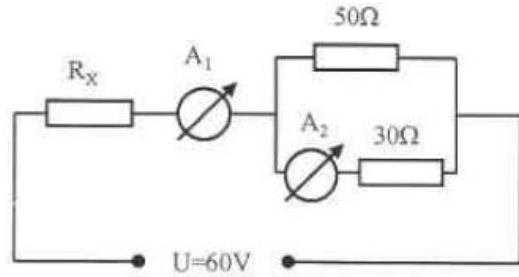
$$F = \frac{6 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2}{4 \cdot \pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Jm}} \cdot 100 \text{ m}^2} \sqrt{\left(\frac{100}{64} + 0,8\right)^2 + (-0,6)^2} = 1,315 \text{ mN}$$

13. Ein Draht mit einem Widerstand von  $0,2 \Omega$  werde von einem Strom von  $5 \text{ A}$  durchflossen, wie groß ist der Spannungsabfall über dem Draht?

$$U = R \cdot I$$

$$U = 0,2 \Omega \cdot 5 \text{ A} = 1 \text{ V}$$

14. Die folgende Schaltung von Widerständen ist gegeben und am Strommessgerät  $A_1$  wird ein Strom  $I_1 = 2,35 \text{ A}$  gemessen. Berechnen sie den Widerstand  $R_x$  und den Strom  $A_2$ .



$$R_G = R_x + \frac{50\Omega \cdot 30\Omega}{50\Omega + 30\Omega} = R_x + 18,75\Omega$$

$$U = R_G \cdot I_1 \rightarrow R_G = \frac{U}{I_1}$$

$$R_x + 18,75\Omega = \frac{60V}{2,35A} = 25,53\Omega \rightarrow R_x = 6,78\Omega$$

Bei dem Widerstand  $R_x$  und der Parallelschaltung handelt es sich um einen Spannungsteiler, daraus folgt für die Spannung über der Parallelschaltung:

$$U_{Parallel} = \frac{18,75\Omega}{25,53\Omega} \cdot 60V = 44,07V$$

Die Spannung ist über jedem Teilzweig gleich, daher folgt so:

$$I_2 = \frac{U_{Parallel}}{30\Omega} = \frac{44,07V}{30\Omega} = 1,469A$$

15. Bestimmen Sie die Kraft, die ein Magnetfeld von  $1,75 \text{ T}$  in positiver z-Richtung auf ein Proton ausübt, das sich mit der Geschwindigkeit  $5 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  in positiver x-Richtung bewegt.

$$F = q \cdot v \cdot B$$

$$F = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 5 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1,75 \text{ T} = 1,4 \text{ pN}$$

16. In Wasser mit der Brechzahl  $1,33$  befinde sich eine Glasscheibe mit der Brechzahl  $1,5$ . Berechnen Sie für einen Lichtstrahl, der hier auf die Scheibe trifft den Brechungswinkel bei einem Einfallswinkel von  $60^\circ$ .

$$n_1 = 1,33, n_2 = 1,5, \theta_1 = 60^\circ$$

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1\right) = 50,16^\circ$$