



Halbfinale (DE)

11.02.2025

**Anweisungen:**

- Schreiben Sie Ihren vollständigen Namen und den Ihrer Schule auf jede Seite.
- Geben Sie deutlich an auf welche Frage Sie antworten.
- Beginnen Sie eine neue Frage auf einem neuen Blatt.
- Erklären Sie Ihre Vorgehensweise und Zwischenrechnungen.
- Die Seiten sind zu nummerieren.

# Formelsammlung

## Kinematik (GGBB)

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

$$v = at + v_0$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$

## Kräfte

$$F = ma$$

$$F_f \leq \mu N$$

## Arbeit, Energie, Leistung

$$W = Fd \cos \theta$$

$$E_{cin} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_{pes} = mgh$$

$$E_{el} = \frac{1}{2}kx^2$$

$$P = \frac{W}{t} = Fv$$

## Impuls

$$p = mv$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

## Kalorimetrie

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$Q = mL$$

## Ideales Gas

$$p = \frac{F}{A}$$

$$pV = nRT = Nk_B T$$

$$E_K = \frac{3}{2}k_B T$$

## Schwingungen und Wellen

$$T = \frac{1}{f}$$

$$c = f\lambda$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

## Elektrizität

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$F = k \cdot \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

$$U = \frac{W}{q}$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$U = RI$$

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$\rho = \frac{RA}{L}$$

## Elektromagnetismus

$$F = qvB \sin \theta$$

$$F = BIL \sin \theta$$

## Kreisbewegung

$$v = \omega r$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$

## Gravitation

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

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

## Quantenphysik

$$E = hf$$

$$\lambda = \frac{hc}{E}$$

## Optik

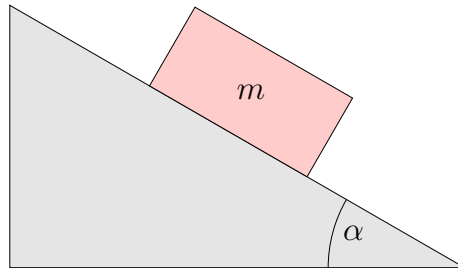
$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

$$\frac{1}{q} + \frac{1}{p} = \frac{1}{f}$$

## Frage 1: Mechanik (20 Punkte)

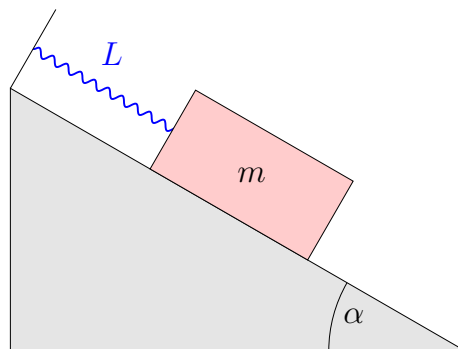
Wir betrachten einen Klotz der Masse  $m = 2 \text{ kg}$ , der auf einer reibungsfreien schiefen Ebene liegt, die einen Winkel von  $\alpha = 30^\circ$  mit der horizontalen Achse bildet. Der Klotz ist an einer Feder mit der Federkonstante  $k$  befestigt, so dass die Rückstellkraft  $F_{\text{Feder}} = kL$  beträgt, wobei  $L$  die Länge der Feder ist. Das andere Ende der Feder ist am oberen Ende der schiefen Ebene befestigt. Nehmen wir an, dass die Fallbeschleunigung  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  auf den Klotz wirkt.

Für die Teilfragen 1 und 2 ignorieren wir das Vorhandensein der Feder.



- 1) Berechnen Sie die Gravitationskraft  $F_G$ , die auf den Klotz wirkt, sowie die Kraftkomponente  $F$  parallel zur schiefen Ebene. (4)
- 2) Bestimmen Sie die Beschleunigung  $a$  des Klotzes, wenn er auf der reibungsfreien schiefen Ebene hinuntergleitet. Fertigen Sie eine Zeichnung an, die die Richtungen der Kräfte  $\vec{F}_G$  und  $\vec{F}$  sowie die Beschleunigung  $\vec{a}$  zeigt. (4)

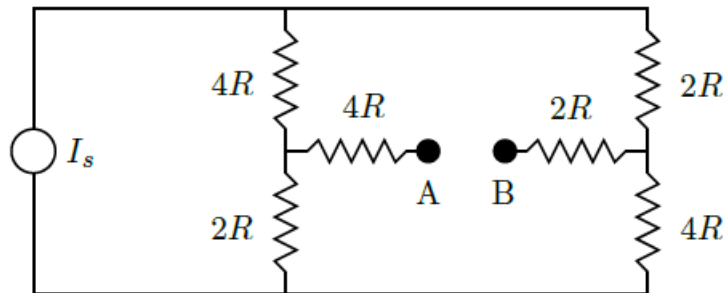
Nun betrachten wir die Wirkung der Feder.



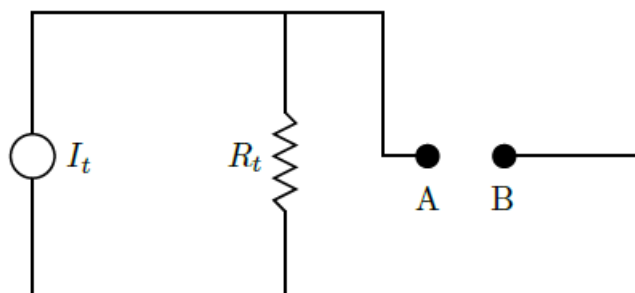
- 3) Nehmen wir an, dass der Klotz am oberen Ende der Schräge losgelassen wird ( $L = 0$ ), zu gleiten beginnt und die Feder auf eine Länge  $L = 0,1 \text{ m}$  gedehnt hat, wenn er zur Ruhe kommt. Berechnen Sie daraus die Federkonstante  $k$  und die in der Feder gespeicherte potenzielle Energie. (6)
- 4) Angenommen, der Klotz befindet sich nun auf einer rauen schiefen Ebene mit einem Reibungskoeffizienten  $\mu = 0,2$ , so berechnen Sie die Strecke  $L_2$ , die der Klotz gleitet, bevor er zur Ruhe kommt, wenn er aus der gleichen Ausgangsposition losgelassen wird. (6)

## Frage 2: Konstantstromquelle (20 Punkte)

Betrachten Sie die unten dargestellte Schaltung.  $I_s$  ist eine Konstantstromquelle, d. h. unabhängig davon, welches Gerät zwischen den Punkten A und B angeschlossen ist, ist der von der Konstantstromquelle gelieferte Strom derselbe.



- 1) Ein ideales Voltmeter wird zwischen A und B angeschlossen.  
Ein ideales Voltmeter hat einen unendlichen Widerstand.
  - a) Bestimmen Sie die abgelesene Spannung in Bezug auf ein oder alle  $R$  und  $I_s$  und **erläutern Sie Ihre Überlegungen.** (5)
  - b) Erläutern Sie die Bedeutung des Vorzeichens in der Formel unter a). (1)
  
- 2) Ein ideales Amperemeter wird anstelle des Voltmeters zwischen A und B angeschlossen.  
Ein ideales Amperemeter hat einen Widerstand von Null. Bestimmen Sie den Strom in Bezug auf ein oder alle  $R$  und  $I_s$  und **erläutern Sie Ihre Überlegungen.** (8)
  
- 3) Es ist möglich, die obige Schaltung durch eine neue Schaltung wie folgt zu ersetzen:

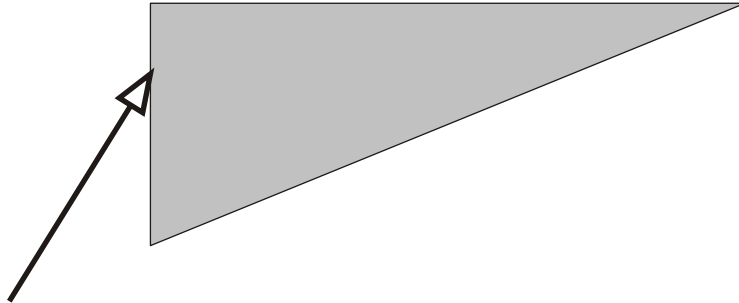


Aus der Sicht eines beliebigen passiven Widerstands, der zwischen A und B angeschlossen ist, sind die Stromkreise identisch. Diese Aussage muss nicht bewiesen werden (Norton-Theorem).

- a) Erklären Sie, was unter einem passiven Widerstand zu verstehen ist. (1)
- b) Finden Sie  $I_t$  und  $R_t$  in Abhängigkeit von einem oder allen  $R$  und  $I_s$  und **erläutern Sie Ihre Überlegungen.** (5)

### Frage 3: Weg des Lichts durch ein Prisma (20 Punkte)

Ein von Luft umgebenes rechtwinkliges Prisma besteht aus einem dreieckigen transparenten Körper ( $n = 1,3$ ), siehe Abbildung. Der einfallende Strahl bildet einen Winkel von  $\alpha = 60^\circ$  zur der Flächennormalen.



Die Beziehung zwischen dem einfallenden und dem gebrochenen Winkel ist: (Snell'sches Gesetz):

$$\sin \alpha_1 = n \sin \alpha_2$$

- 1) Zeichne qualitativ den Weg des Lichts durch das Prisma. (2)
- 2) Wie groß ist der Winkel zur Normalen der Oberfläche, nachdem der Strahl gebrochen wurde? (3)
- 3) Welche Strecke legt der Strahl im Prisma zurück, wenn der einfallende Strahl das Prisma in einem Abstand von 5 mm vom Eckpunkt mit dem rechten Winkel trifft? (4)
- 4) Welche Zeit benötigt das Licht um das Prisma zu durchqueren? (3)
- 5) Wenn das Licht auf die andere Oberfläche trifft, welchen Winkel bildet es mit der Normalen dieser Oberfläche? (2)
- 6) Wie groß ist der Austrittswinkel (in der Luft) des Lichts zur Normalen der zweiten Fläche? (2)
- 7) Wie groß ist der minimale Einfallswinkel  $\alpha_{\min}$ , bei dem das Licht aus dem Prisma durch die zweite Fläche austreten kann (bei einem kleineren Winkel würde es vollständig reflektiert werden)? (4)

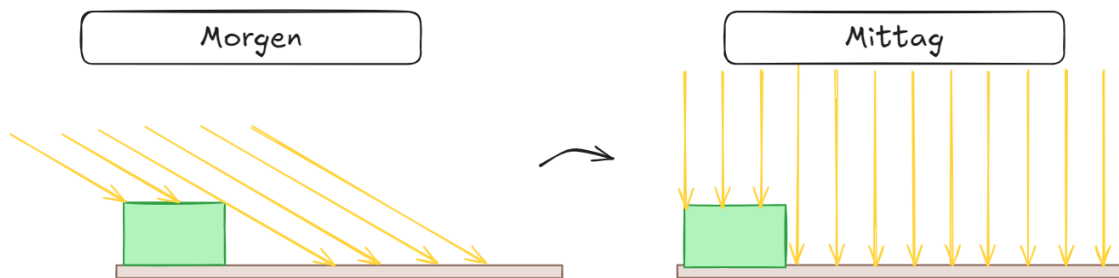
## Frage 4: Kalorimetrie (20 Punkte)

An einem sehr kalten Wintertag hat sich auf dem Gras eine Eisschicht gebildet. Wenn die Sonne aufgeht, beginnen Flächen, die der Sonne ausgesetzt sind, zu schmelzen, während Flächen im Schatten gefroren bleiben. Dadurch entsteht eine Abgrenzung zwischen den beiden Regionen. Nun gehört zu der sonnigen Region auch eine gefrorene Region.



- 1) Erläutern Sie diese Beobachtung kurz. (2)
- 2) Wir nehmen an, dass die Anfangstemperatur des Eises  $-5\text{ °C}$  beträgt. Berechnen Sie die Energie, die 1 kg Eis zugeführt werden muss, um es vollständig zu schmelzen. (3)  
( $c_{\text{Eis}} = 2,06\text{ kJ}/(\text{kg K})$ ;  $c_{\text{Wasser}} = 4,18\text{ kJ}/(\text{kg K})$ ;  $L_f = 334\text{ kJ}/\text{kg}$ )
- 3) Um 12 Uhr mittags wird angenommen, dass die Sonne eine Lichtleistung von  $500\text{ W}/\text{m}^2$  erbringt und dass das Eis auf  $1\text{ m}^2$  Gras in 1 Minute schmilzt. Bestimmen Sie die Masse des vorhandenen Eises. (3)
- 4) Wenn Sie wissen, dass die Dicke dieser Eisschicht  $0,05\text{ mm}$  beträgt, berechnen Sie die effektive Fläche des Grases. (1)

Wir untersuchen nun, wie sich der Schatten und der mit Eis bedeckte Teil im Laufe des Vormittags verändern. Wir verwenden ein vereinfachtes Modell, bei dem die Sonne am Mittag genau durch den Zenit des betrachteten Ortes geht. Ein Wald, der durch einen undurchsichtigen rechteckigen Block mit der Höhe  $h = 20\text{ m}$  approximiert wird, wirft den Schatten auf ein flaches, horizontales Feld. Der Punkt  $M$  markiert die Grenze zwischen dem Schatten und dem beleuchteten Teil.



- 5) Drücken Sie die Geschwindigkeit des Punktes  $M$  als Funktion von  $h, t, \omega = \omega_{\text{Sonne}}$  aus, wobei  $t = 0$  dem Sonnenaufgang (um 6 Uhr) entspricht. (6)
- 6) Schätzen Sie mithilfe der Daten aus der obigen Aufgabe die Breite des sonnigen, aber vereisten Streifens um 9 Uhr. Berücksichtigen Sie, dass sich die Strahlungsleistung mit dem Einfallswinkel ändert. (5)