

Musterprüfung Nr. 001 (Nachtermin) zum Fachabitur
zum Erwerb der Fachhochschulreife
an Fachoberschulen und Berufsoberschulen

Bearbeitungszeit: 180 Minuten

Physik

Ausbildungsrichtung Technik

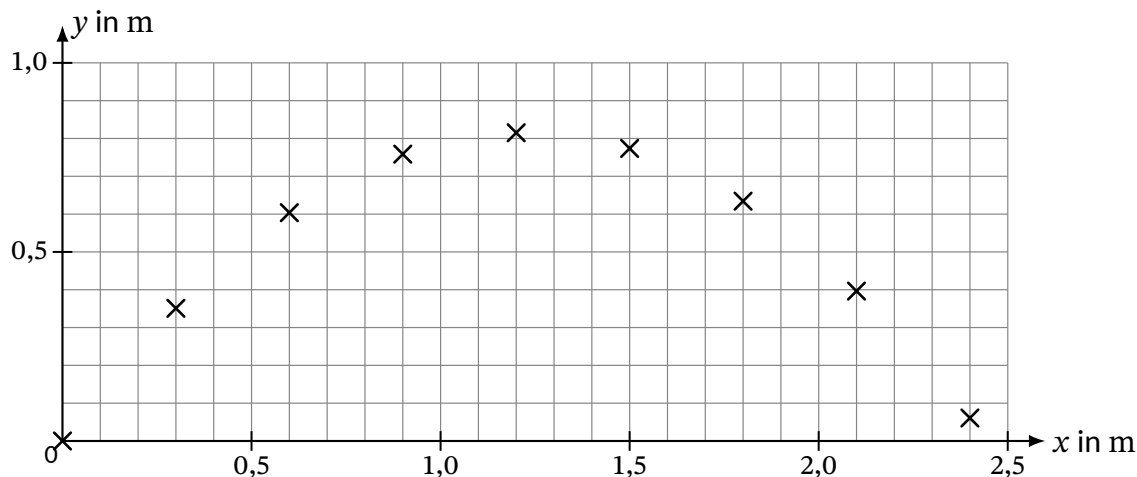
- Die Fachlehrkraft wählt zwei der drei Wahl-Aufgabengruppen (W1/W2/W3) aus.
- Die Schülerinnen und Schüler haben die Aufgaben der Pflicht-Aufgabengruppe (P) und der beiden von der Fachlehrkraft gewählten Wahl-Aufgabengruppen zu bearbeiten.
- Das Geheft mit den Aufgabenstellungen ist am Ende der Bearbeitungszeit mit abzugeben.
- Ist eine Aufgabenstellung mit **(G)** gekennzeichnet, ist die Bearbeitung/die Lösung dieser Aufgabe direkt in das vorliegende Geheft einzutragen.
- Alle Aufgaben der Pflicht-Aufgabengruppe (P) sind im Geheft zu bearbeiten.

Name, Vorname	Klasse

Leerseite

BE

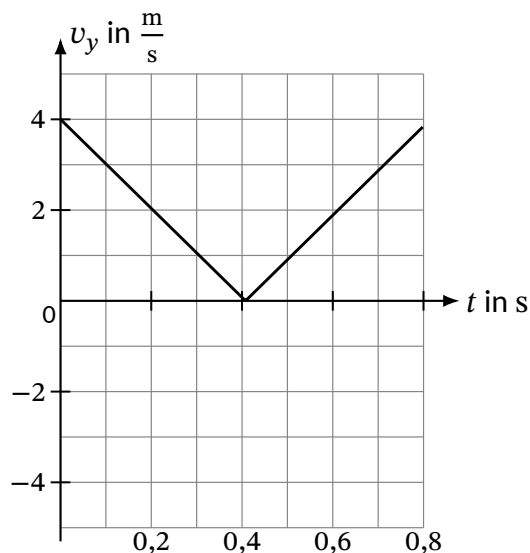
- 1.0** Ein Basketball wird schräg nach oben geworfen. Mit einer Videoanalyse-App werden die Orte des Balls im Abstand von jeweils $\Delta t = 0,10 \text{ s}$ bestimmt (siehe Abbildung). Der Abwurfpunkt liegt im Ursprung des Koordinatensystems, die x -Achse verläuft waagrecht, die y -Achse ist senkrecht nach oben orientiert. Der Ball wird als Massenpunkt betrachtet, der Luftwiderstand wird vernachlässigt.



- 2 1.1 (G)** Bestimmen Sie mithilfe der Abbildung den Betrag der x -Koordinate v_x der Geschwindigkeit des Balls.



- 3 1.2**



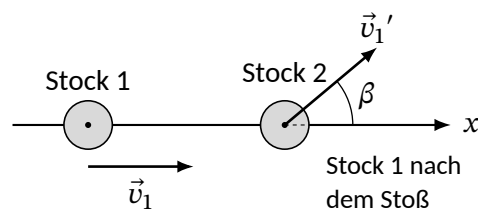
(G) Ein Schüler stellt die y -Komponente v_y der Geschwindigkeit des Balls für das Zeitintervall $[0; 0,80 \text{ s}]$ im nebenstehenden Diagramm dar. Der Graph ist physikalisch fehlerhaft.

Erläutern Sie diesen Fehler und skizzieren Sie im Diagramm einen physikalisch korrekten Graphen.

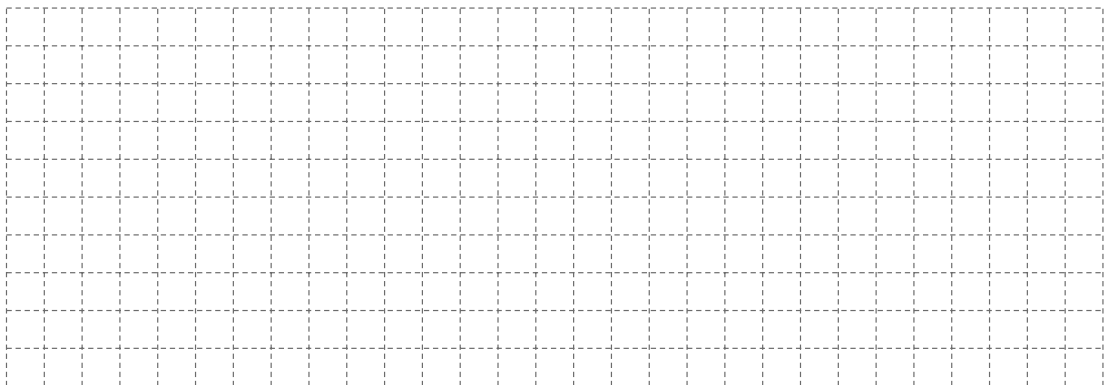


BE

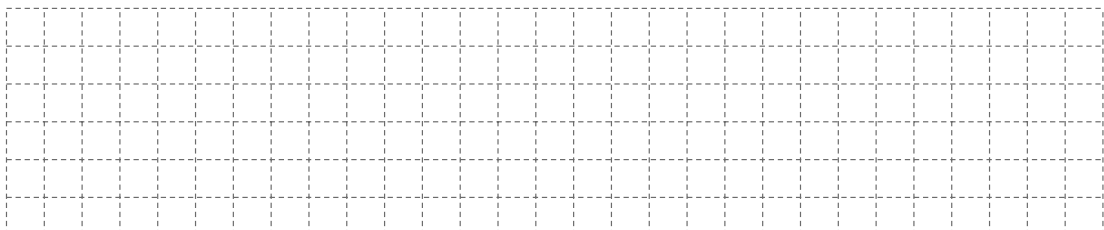
- 2.0 Beim Eisstockschießen gleitet ein Eisstock (Stock 1) der Masse $m = 5,5 \text{ kg}$ mit einer Geschwindigkeit vom Betrag $v_1 = 2,0 \text{ m/s}$ auf einer waagrechten Eisfläche und trifft einen ruhenden Eisstock (Stock 2) gleicher Masse. Unmittelbar nach dem Stoß bewegt sich Stock 1 mit einer Geschwindigkeit vom Betrag $v_1' = 1,0 \text{ m/s}$ unter dem Winkel $\beta = 40^\circ$ zur ursprünglichen Bewegungsrichtung (siehe nicht maßstabsgetreue Draufsicht). Reibung während des kurzen Stoßes wird vernachlässigt.



- 2.1 (G) Ermitteln Sie mithilfe eines Impulsplans (Maßstab: $2,0 \text{ N s} \hat{=} 1,0 \text{ cm}$) den Betrag v_2' der Geschwindigkeit von Stock 2 unmittelbar nach dem Stoß.
[mögliches Ergebnis: $v_2' = 1,4 \text{ m/s}$]



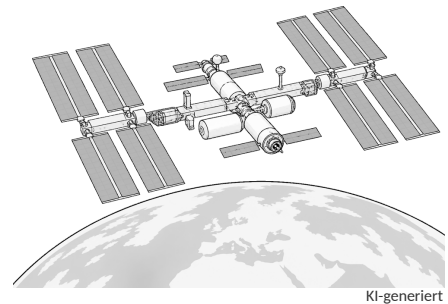
- 2.2 (G) Stock 2 gleitet nach dem Stoß geradlinig weiter und kommt nach $s = 10 \text{ m}$ zur Ruhe. Ermitteln Sie die Gleitreibungszahl μ zwischen Eisstock und Eis.



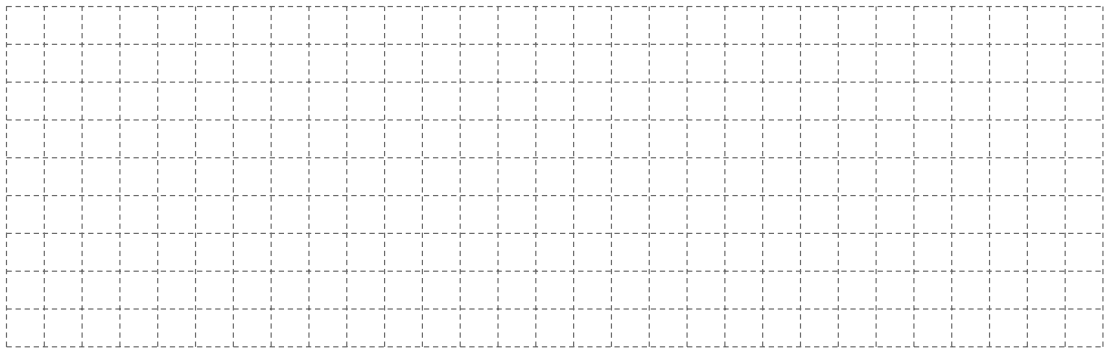
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 3.0** Die Internationale Raumstation ISS umkreist die Erde in der Höhe $h = 420 \text{ km}$ über der Erdoberfläche. Ihre Bahn wird als Kreisbahn betrachtet. Der Erdradius beträgt $R_E = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$, die Masse der Erde $M_E = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.



- 4 3.1 (G)** Ermitteln Sie den Betrag v der Bahngeschwindigkeit der ISS und ihre Umlaufdauer T .



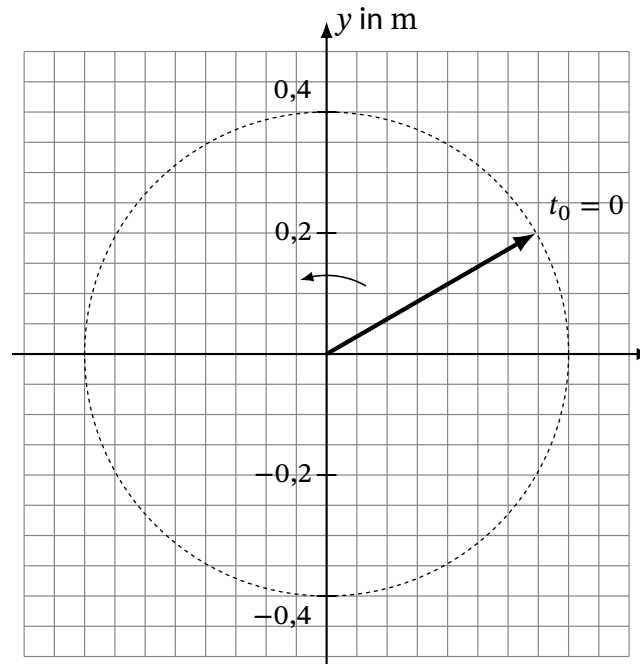
- 2 3.2 (G)** Ein Wettersatellit umkreist die Erde auf einer deutlich höheren Kreisbahn. Entscheiden Sie ohne Rechnung, ob der Betrag seiner Bahngeschwindigkeit größer oder kleiner ist als der der ISS, und begründen Sie Ihre Entscheidung.



Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 4.0** Eine Messboje im Hafen wird durch Wellen in eine senkrechte, harmonische Schwingung versetzt. Die Elongation y wird von der Ruhelage aus nach oben positiv gemessen. Die Boje schwingt mit der Amplitude $\hat{y} = 0,40 \text{ m}$ und der Periodendauer $T = 4,0 \text{ s}$. Das folgende Zeigerdiagramm zeigt den Zeiger der Schwingung zum Zeitpunkt $t_0 = 0$. Der Zeiger dreht sich gegen den Uhrzeigersinn; die Elongation y ist die Projektion des Zeigers auf die y -Achse.



- 3 **4.1 (G)** Stellen Sie die Elongation y in Abhängigkeit von der Zeit t in Form einer Gleichung mit eingesetzten Zahlenwerten dar.

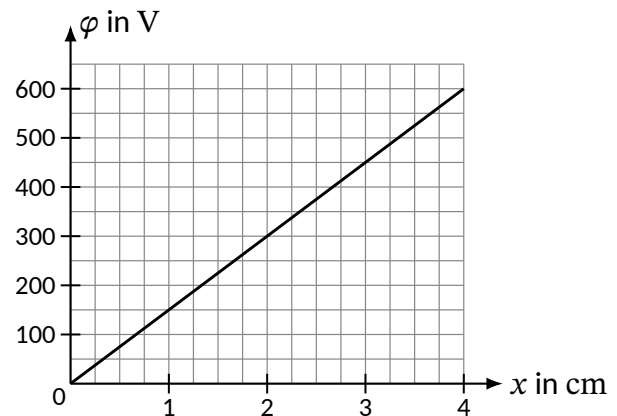


- 3 4.2 (G) Zeichnen Sie in das Zeigerdiagramm den Zeiger zum Zeitpunkt $t_1 = 1,0 \text{ s}$ ein und bestimmen Sie die Elongation $y(t_1)$.

[illegible]

BE

- 5.0** Zwischen den Platten eines Plattenkondensators mit dem Plattenabstand $d = 4,0 \text{ cm}$ herrscht ein homogenes elektrisches Feld. Die Platte bei $x = 0$ ist geerdet. Das nebenstehende Diagramm zeigt das elektrische Potenzial φ in Abhängigkeit von der Ortskoordinate x .



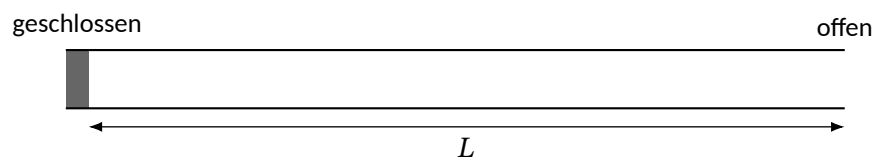
- 3 **5.1 (G)** Bestimmen Sie Betrag und Richtung der elektrischen Feldstärke $\vec{E}$ zwischen den Platten.

[illegible]

- 2 **5.2 (G)** Ein Ion mit der Ladung $q = +2e$ bewegt sich vom Ort $x_1 = 1,0 \text{ cm}$ zum Ort $x_2 = 3,0 \text{ cm}$.
Berechnen Sie die Änderung der potenziellen Energie des Ions.

[illegible]

- 6.0** Eine Panflöte besteht aus Röhren, die an einem Ende geschlossen sind. Bläst man über das offene Ende, so bildet sich in einer Röhre der Länge $L = 20,0 \text{ cm}$ eine stehende Schallwelle aus. Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt $c = 340 \text{ m/s}$. Die folgende Abbildung zeigt eine Röhre im Längsschnitt (Maßstab 1 : 2).



- 2 **6.1 (G)** Kennzeichnen Sie in der Abbildung für die Grundschiwingung die Lage aller Schwingungsknoten (K) und Schwingungsbäuche (B) der Bewegung der Luftteilchen.

- 2 **6.2 (G)** Berechnen Sie die Frequenz f des Grundtons dieser Röhre.

[illegible]

- 2 **6.3 (G)** Eine Mitschülerin behauptet: „Öffnet man auch das geschlossene Ende der Röhre, so klingt der Grundton tiefer, weil die Luft dann freier schwingen kann.“
Nehmen Sie begründet Stellung zu dieser Behauptung.

A large rectangular area filled with horizontal and vertical dashed lines, forming a grid suitable for handwriting practice or taking notes. The grid consists of approximately 20 columns and 8 rows of squares.

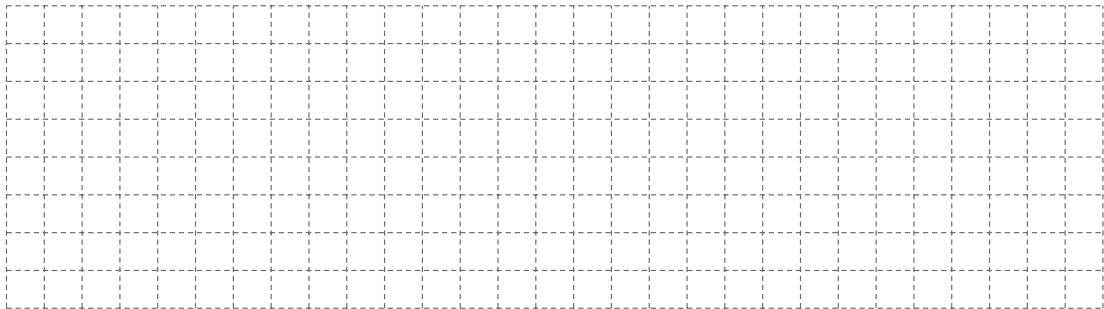
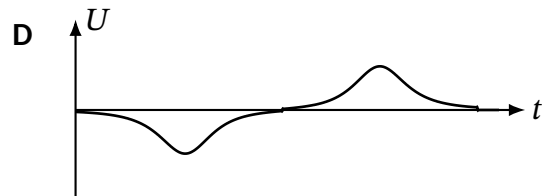
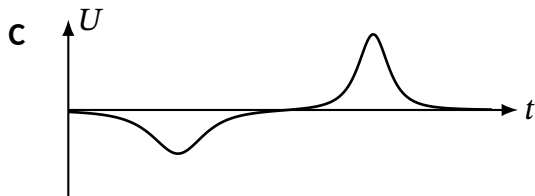
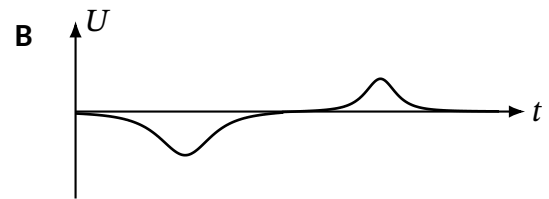
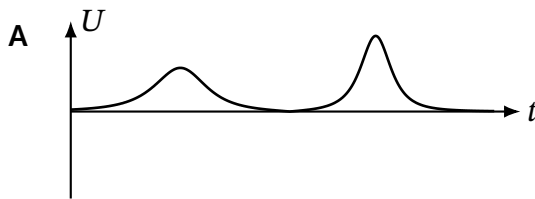
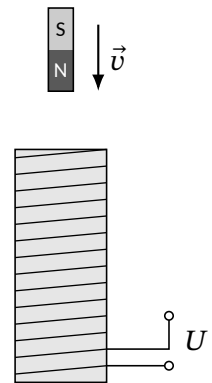
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

5 7

(G) Ein Stabmagnet fällt mit dem Nordpol voran senkrecht durch eine lange Spule, deren Enden an ein Spannungsmessgerät angeschlossen sind (siehe Skizze). Die Diagramme A bis D zeigen mögliche Verläufe der induzierten Spannung U in Abhängigkeit von der Zeit t , vom Annähern bis nach dem Verlassen der Spule.

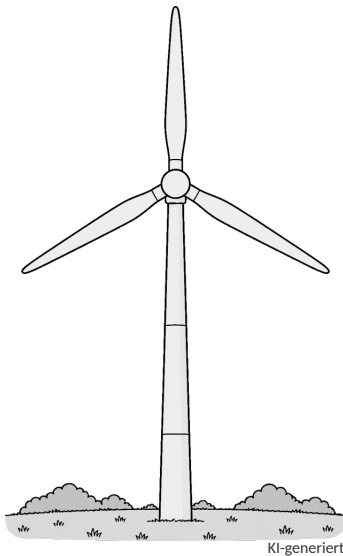
Entscheiden Sie, welches Diagramm den Verlauf qualitativ richtig wiedergibt, und geben Sie für jedes der anderen Diagramme ein Ausschlusskriterium an.



40

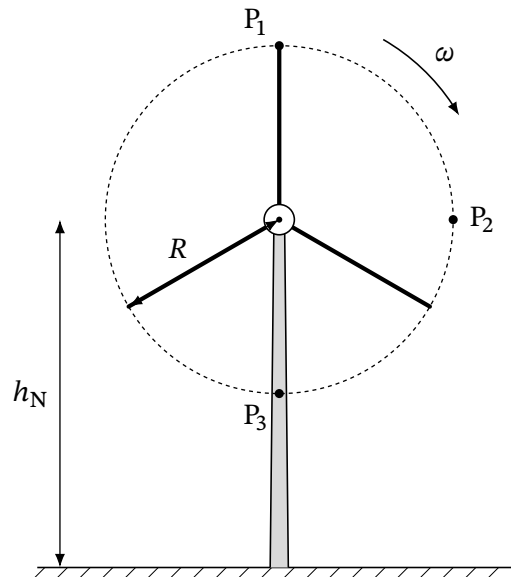
BE

1.0



Bei einer Windkraftanlage befindet sich die Rotorachse in der Höhe $h_N = 100$ m über dem Boden. Die Spitzen der Rotorblätter bewegen sich auf einer Kreisbahn mit dem Radius $R = 50,0$ m. Der Rotor dreht sich gleichmäßig mit 15,0 Umdrehungen pro Minute.

Die folgende Skizze zeigt die Anlage von vorne (nicht maßstabsgetreu). P_1 , P_2 und P_3 sind drei Lagen der Spitze eines Rotorblatts.

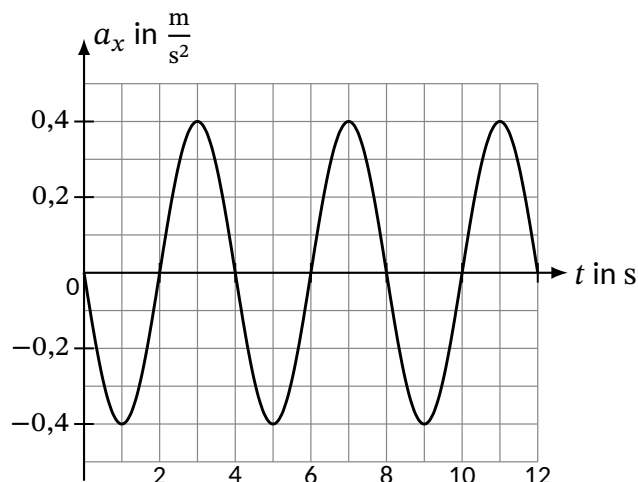


- 2 **1.1** Berechnen Sie den Betrag ω der Winkelgeschwindigkeit des Rotors und den Betrag v der Bahngeschwindigkeit einer Blattspitze.
- 3 **1.2** (G) Zeichnen Sie in der Skizze in P_1 , P_2 und P_3 jeweils einen 1,0 cm langen Pfeil für die Richtung der Geschwindigkeit und für die Richtung der Beschleunigung der Blattspitze ein.
- 3 **1.3** Im Winter bildet sich an einer Blattspitze ein Eisbrocken der Masse $m = 0,50$ kg. Das Eis haftet höchstens mit einer Kraft vom Betrag $F_H = 50$ N am Blatt. Berechnen Sie den Betrag der Kraft, die nötig ist, um den Eisbrocken auf der Kreisbahn zu halten, und begründen Sie, dass sich der Eisbrocken lösen kann.
- 1.4.0** Der Eisbrocken löst sich, als sich die Blattspitze im höchsten Punkt P_1 befindet. Er wird im Folgenden als Massenpunkt betrachtet, der Luftwiderstand wird vernachlässigt.
- 4 **1.4.1** Berechnen Sie den waagrechten Abstand des Auftreffpunkts des Eisbrockens vom Fuß des Turms.
- 3 **1.4.2** Als Sicherheitsabstand wegen Eiswurfs wird für Wege und Gebäude häufig das 1,5-Fache der Summe aus Nabenhöhe und Rotordurchmesser empfohlen. Beurteilen Sie diese Empfehlung im Vergleich mit Ihrem Ergebnis aus 1.4.1 unter Berücksichtigung der Modellannahmen.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 2.0** Gondel und Rotor am oberen Ende des Turms werden als ein Körper betrachtet, der nach einer Windböe waagrecht harmonisch schwingt; seine Masse beträgt $m_G = 1,5 \cdot 10^5 \text{ kg}$. Ein Beschleunigungssensor in der Gondel zeichnet dabei die x -Koordinate a_x der Beschleunigung auf:



- 2.1** Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms die Periodendauer T der Schwingung und berechnen Sie die Richtgröße D des schwingenden Systems.
- 2.2** Berechnen Sie den Betrag $v_{\max}$ der maximalen Geschwindigkeit der Gondel.
[mögliches Ergebnis: $v_{\max} = 0,25 \text{ m/s}$]
- 2.3** Ist ein Rotorblatt etwas schwerer als die anderen, so wird der Turm im Takt der Rotordrehung periodisch angeregt.
Erklären Sie das Phänomen der Resonanz und beurteilen Sie, ob ein Betrieb der Anlage dauerhaft mit 15,0 Umdrehungen pro Minute (siehe 1.0) unbedenklich ist.
- 2.4** Kreuzen Sie für jede der folgenden Aussagen an, ob diese wahr oder falsch ist oder ob aufgrund der vorliegenden Informationen eine eindeutige Entscheidung darüber nicht möglich ist.

Hinweis: Jedes richtig gesetzte Kreuz geht mit +1 BE und jedes falsch gesetzte Kreuz mit -0,5 BE in die Bewertung ein. Im ungünstigsten Fall wird die Aufgabe mit 0 BE bewertet.

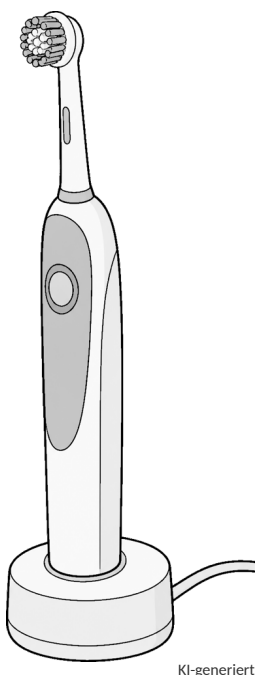
Aussage	wahr	falsch	nicht entscheidbar
Bei doppelter Masse von Gondel und Rotor verdoppelt sich die Periodendauer.			
In den Umkehrpunkten der Schwingung ist der Betrag der Beschleunigung der Gondel maximal.			
Die Periodendauer der Schwingung hängt nicht von der Amplitude ab.			
Bei einem Orkan schwingt die Gondel mit einer Amplitude von mehr als 1 m.			

- 2.5** Berechnen Sie die Energie der Schwingung.

30

BE

1.0

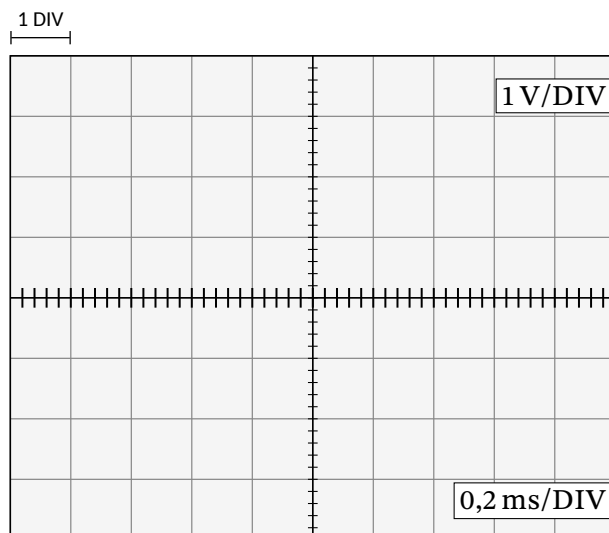


Eine elektrische Zahnbürste wird kontaktlos geladen: Die Ladestation erzeugt im Bereich einer Spule im Griff der Zahnbürste ein homogenes Magnetfeld, dessen Flussdichte sich mit der Frequenz $f = 1,0 \text{ kHz}$ sinusförmig ändert: $B(t) = \hat{B} \cdot \sin(\omega t)$ mit $\hat{B} = 5,0 \text{ mT}$ und $\omega = 2\pi f$.

Die Feldlinien verlaufen parallel zur Spulenachse. Die Spule hat $N = 400$ Windungen und die Querschnittsfläche $A = 2,0 \text{ cm}^2$.

3 **1.1** Zeigen Sie, dass für den Scheitelwert der induzierten Spannung gilt: $\hat{U} = N \cdot \hat{B} \cdot A \cdot \omega$.

2 **1.2** Berechnen Sie $\hat{U}$.
[mögliches Ergebnis: $\hat{U} = 2,5 \text{ V}$]

3 **1.3**

(G) Die induzierte Spannung wird mit einem Oszilloskop dargestellt (Einstellungen siehe Abbildung). Am linken Rand des Schirms (Zeitpunkt $t_0 = 0$) beträgt die Spannung $U = -\hat{U}$. Zeichnen Sie den Verlauf der Spannung in den Schirm ein.

2 **1.4** Ein Mitschüler meint: „Die Ladestation könnte auch mit Gleichstrom betrieben werden – dann ist in der Spule der Zahnbürste ebenfalls ein Magnetfeld vorhanden.“ Erläutern Sie, warum die Zahnbürste so nicht geladen würde.

3 **1.5** Die Ladeelektronik der Zahnbürste benötigt eine Spannung mit einem Scheitelwert von mindestens $2,0 \text{ V}$. Wird die Zahnbürste schräg in die Ladestation gestellt, so bilden die Feldlinien mit der Spulenachse einen Winkel von 30° . Untersuchen Sie, ob die Zahnbürste dann noch geladen wird.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 2.0** Kapazitive Touchscreens erkennen eine Berührung an der Änderung der Kapazität kleiner Kondensatoren. Im Unterricht wird dazu ein Plattenkondensator mit der Plattenfläche $A = 400 \text{ cm}^2$ untersucht. Bei Luft zwischen den Platten wird die Kapazität C in Abhängigkeit vom Plattenabstand d gemessen:

d in mm	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
C in pF	358	180	121	92	75

- 5 **2.1** Zeigen Sie durch eine grafische Auswertung, dass für kleine Plattenabstände $C \sim \frac{1}{d}$ gilt, und bestimmen Sie daraus die elektrische Feldkonstante ϵ_0 .
[mögliches Ergebnis: $\epsilon_0 = 9,0 \cdot 10^{-12} \text{ A s/(V m)}$]
- 3 **2.2** Bei $d = 2,0 \text{ mm}$ wird der Raum zwischen den Platten vollständig mit einer Glasplatte ausgefüllt. Die Kapazität beträgt dann $1,26 \text{ nF}$. Berechnen Sie die Permittivitätszahl ϵ_r des Glases.
- 4 **2.3** Eine Sensorzelle eines Touchscreens wird als Plattenkondensator mit der Plattenfläche 25 mm^2 und einer Glasschicht ($\epsilon_r = 7,0$) der Dicke $0,50 \text{ mm}$ betrachtet; die anliegende Spannung beträgt $U = 3,3 \text{ V}$. Berechnen Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke in der Glasschicht und die Energie des elektrischen Feldes der Zelle.
- 2 **2.4** Erläutern Sie, warum sich die Kapazität einer Sensorzelle ändert, wenn ein Finger die Glasoberfläche berührt.
- 3 **2.5** Bei großen Plattenabständen liegen die Messwerte aus 2.0 merklich über den Werten, die die Formel für den Plattenkondensator liefert. Beurteilen Sie, in welchem Bereich das Modell des Plattenkondensators gültig ist, und nennen Sie eine Ursache für die Abweichung.

30

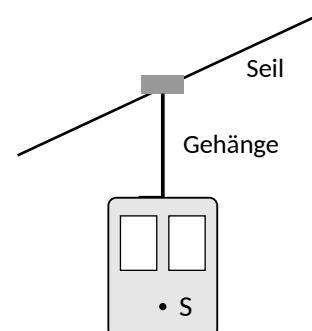
BE

- 1.0** Eine Kabinenseilbahn überwindet zwischen Tal- und Bergstation den Höhenunterschied $\Delta h = 600 \text{ m}$. Eine Gondel hat einschließlich der Fahrgäste die Masse $m = 800 \text{ kg}$. Sie hängt an einem Gehänge, das am Seil festgeklemmt ist, und fährt mit konstanter Geschwindigkeit nach oben.

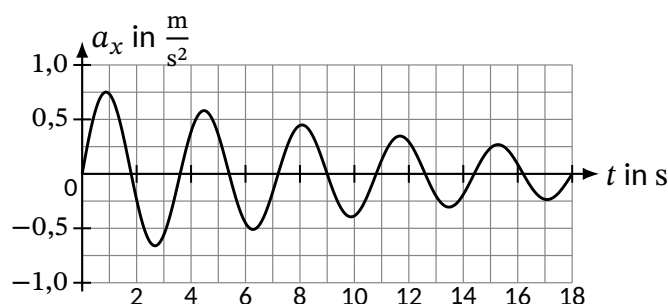


KI-generiert

- 1.1 (G)** Stellen Sie in der nebenstehenden Skizze alle auf die Gondel wirkenden Kräfte samt resultierender Kraft in einem qualitativen Kräfteplan dar. Luftwiderstand wird vernachlässigt.



- 1.2** Ein Fahrgast behauptet: „Weil die Gondel nach oben fährt, muss die Kraft des Gehänges auf die Gondel größer sein als ihre Gewichtskraft.“ Nehmen Sie begründet Stellung zu dieser Behauptung.
- 1.3** Berechnen Sie die Arbeit, die der Antrieb mindestens verrichten muss, um die Gondel von der Tal- zur Bergstation zu bringen.
- 1.4.0** Beim Halt in der Bergstation pendelt die Gondel mit kleiner Auslenkung um die Klemme am Seil. Ein Fahrgast misst mit der Beschleunigungs-App seines Smartphones die waagrechte Beschleunigung a_x der Gondel:



Die Gondel wird als Fadenpendel der Länge l betrachtet. Für die Richtgröße des Fadenpendels gilt $D = \frac{m \cdot g}{l}$.

- 1.4.1** Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms die Periodendauer T und berechnen Sie daraus die Länge l .
- 1.4.2** Entscheiden Sie ohne Rechnung, ob eine voll besetzte Gondel mit kleinerer, gleicher oder größerer Periodendauer pendelt als eine leere, und begründen Sie Ihre Entscheidung.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

2 **1.4.3** Erklären Sie mithilfe von Energiebetrachtungen den Verlauf des Diagramms in 1.4.0.

2.0 Ein Fahrgast trägt einen Kopfhörer mit aktiver Geräuschunterdrückung. Ein Mikrophon nimmt den Störschall auf; die Elektronik erzeugt daraus im Kopfhörer einen Gegenschall, der sich am Ohr mit dem Störschall überlagert. Der Antrieb der Seilbahn erzeugt einen Brummtone der Frequenz $f = 200 \text{ Hz}$. Die Schallgeschwindigkeit beträgt 340 m/s .

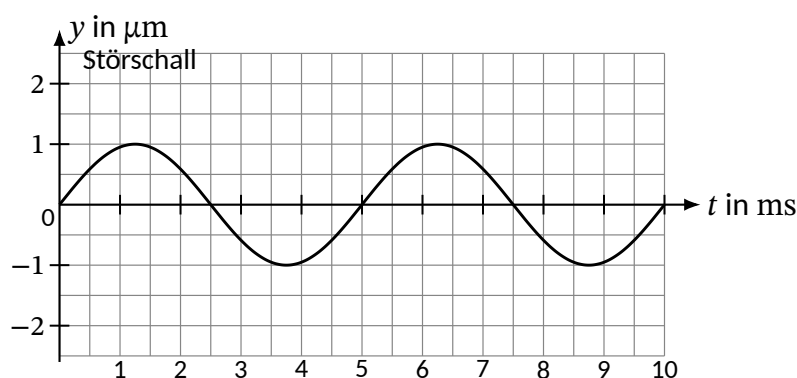


2 **2.1** Berechnen Sie die Wellenlänge λ des Brummtone.

3 **2.2** Erläutern Sie, welche Eigenschaften der Gegenschall haben muss, damit der Brummtone am Ohr nicht mehr zu hören ist.

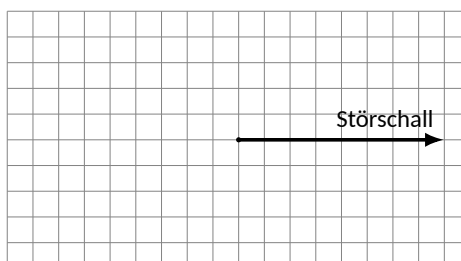
3 **2.3 (G)** Das folgende Diagramm zeigt die Auslenkung y der Luftteilchen am Ohr durch den Störschall.

Zeichnen Sie in das Diagramm die Auslenkung durch einen idealen Gegenschall und die resultierende Auslenkung ein.



4 **2.4 (G)** Die Elektronik benötigt zur Erzeugung des Gegenschalls die Zeit $\Delta t = 0,50 \text{ ms}$. Der Gegenschall ist deshalb gegenüber dem idealen Gegenschall zeitlich verzögert; sein Zeiger ist gegenüber dem idealen Zeiger um einen Winkel verdreht. Beide Schallwellen haben am Ohr die gleiche Amplitude.

Ermitteln Sie diesen Winkel und mithilfe des folgenden Zeigerdiagramms die Amplitude der resultierenden Schwingung in Prozent der Amplitude des Störschalls.



3 **2.5** Hersteller geben an, dass die aktive Geräuschunterdrückung vor allem bei tiefen Tönen wirkt.

Beurteilen Sie diese Angabe, indem Sie die Situation aus 2.4 für einen Ton der Frequenz $1,0 \text{ kHz}$ untersuchen.

30