

Musterprüfung Nr. 006 zum Fachabitur
zum Erwerb der Fachhochschulreife
an Fachoberschulen und Berufsoberschulen

Bearbeitungszeit: 180 Minuten

Physik

Ausbildungsrichtung Technik

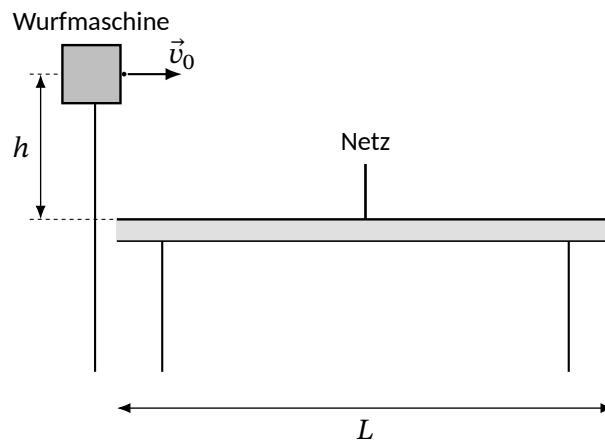
- Die Fachlehrkraft wählt zwei der drei Wahl-Aufgabengruppen (W1/W2/W3) aus.
- Die Schülerinnen und Schüler haben die Aufgaben der Pflicht-Aufgabengruppe (P) und der beiden von der Fachlehrkraft gewählten Wahl-Aufgabengruppen zu bearbeiten.
- Das Geheft mit den Aufgabenstellungen ist am Ende der Bearbeitungszeit 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

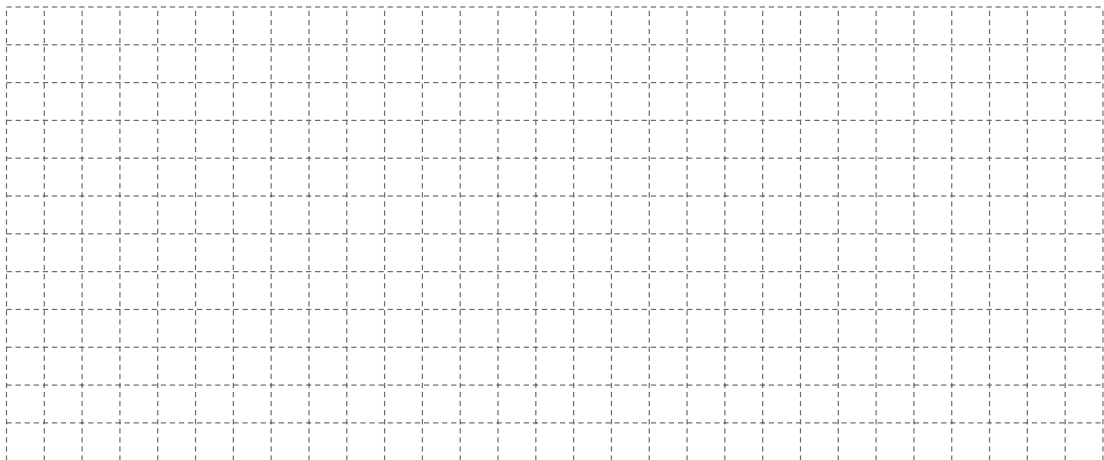
Leerseite

BE

- 1.0** Eine Wurfmaschine für das Tischtennistraining steht an einem Ende der Tischtennisplatte (Länge $L = 2,74 \text{ m}$). Sie wirft einen Ball in der Höhe $h = 40 \text{ cm}$ über der Tischplatte waagrecht mit einer Geschwindigkeit vom Betrag $v_0 = 7,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in Richtung der Platte ab (siehe Skizze, nicht maßstäblich). Der Ball wird als Massenpunkt betrachtet, der Luftwiderstand wird vernachlässigt.



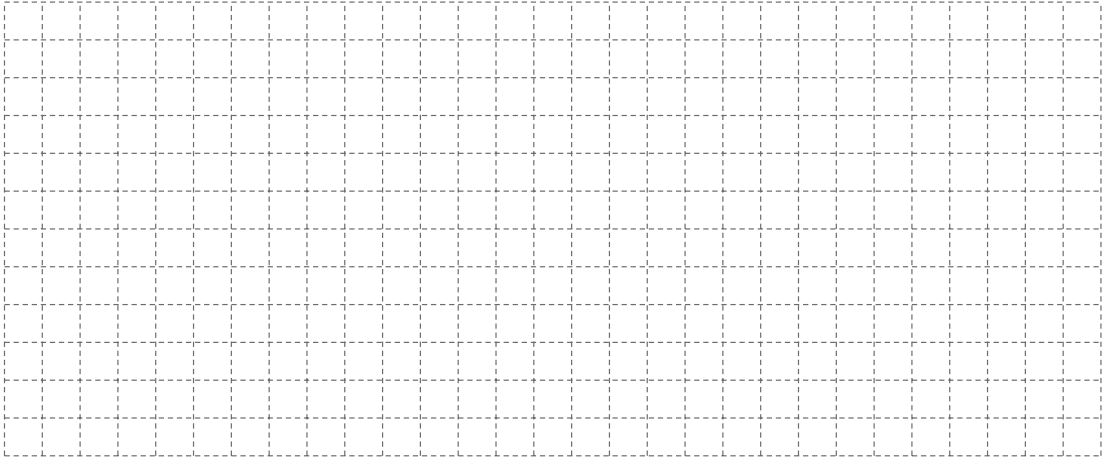
- 3 1.1 (G)** Berechnen Sie die Flugzeit t_W des Balls bis zum Auftreffen auf der Platte und die Wurfweite x_W , also die waagrechte Entfernung der Auftreffstelle von der Abwurfstelle.
[mögliches Ergebnis: $t_W = 0,29 \text{ s}$]



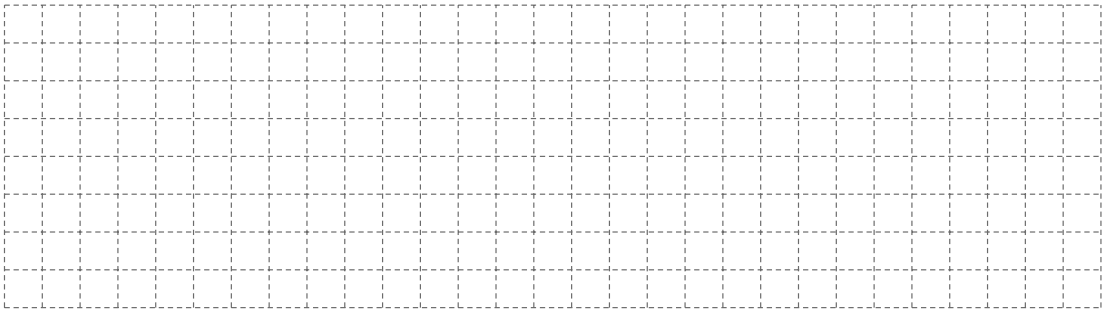
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 3 1.2 (G) Beim Auftreffen hat der Ball die Geschwindigkeit $\vec{v}_e$. Berechnen Sie den Betrag v_e dieser Geschwindigkeit sowie den Winkel α , den $\vec{v}_e$ mit der Horizontalen einschließt.

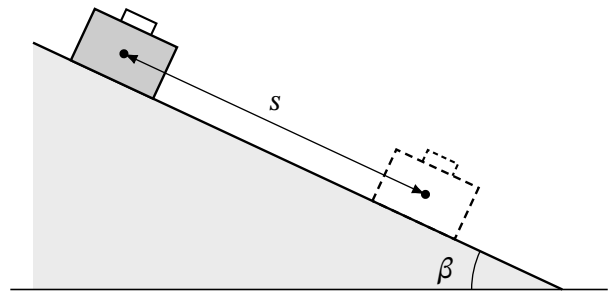


- 2 1.3 (G) Ein Spieler meint: „Stellt man den doppelten Betrag der Abwurfgeschwindigkeit ein, ist der Ball doppelt so lange in der Luft und landet trotzdem noch auf der Platte.“ Nehmen Sie Stellung zu dieser Aussage.

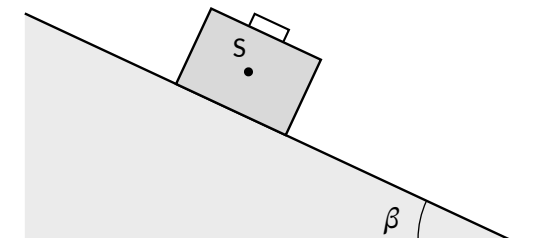
*Fortsetzung siehe nächste Seite*

BE

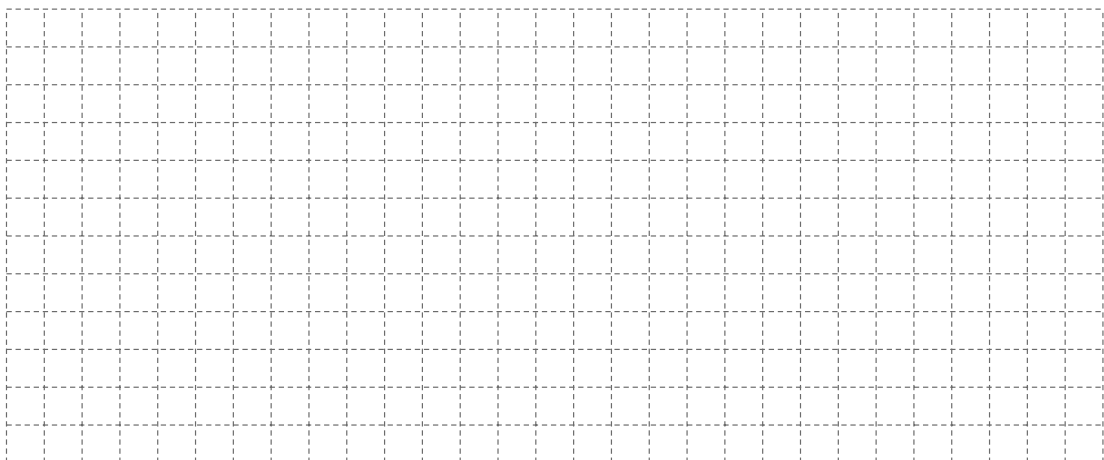
- 2.0 Am Flughafen rutscht ein Koffer der Masse $m = 20 \text{ kg}$ aus der Ruhe eine Gepäckkrutsche hinab, die um den Winkel $\beta = 25^\circ$ gegen die Waagrechte geneigt ist. Während der Bewegung wirkt auf den Koffer eine konstante Reibungskraft vom Betrag $F_R = 50 \text{ N}$. Die Skizze zeigt den Koffer zu Beginn und nachdem sein Schwerpunkt die Strecke $s = 4,0 \text{ m}$ zurückgelegt hat (nicht maßstäblich).



- 3 2.1 (G) Stellen Sie in der nebenstehenden Skizze alle auf den Koffer wirkenden Kräfte in einem qualitativen Kräfteplan dar. Zerlegen Sie dabei die Gewichtskraft in eine Komponente parallel und eine Komponente senkrecht zur Rutsche.



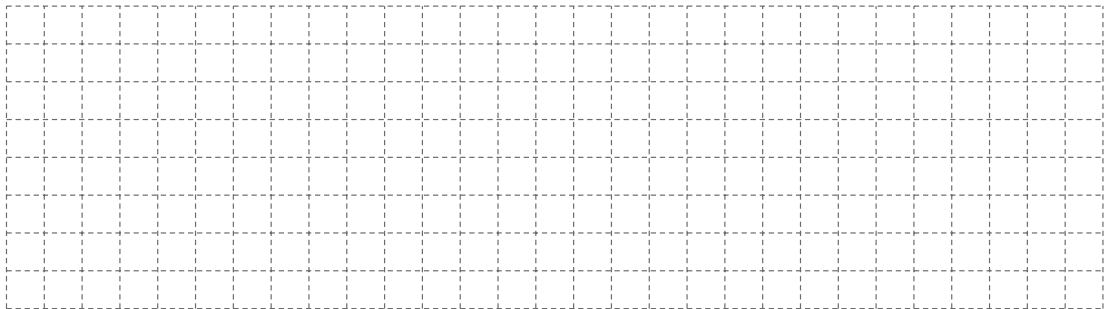
- 3 2.2 (G) Berechnen Sie mithilfe eines Kraftansatzes, der sich auf Ihren Kräfteplan aus 2.1 stützt, den Betrag a der Beschleunigung $\vec{a}$ des Koffers.
[mögliches Ergebnis: $a = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$]



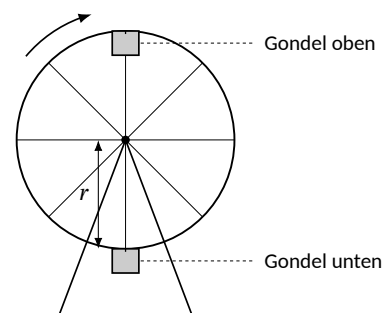
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

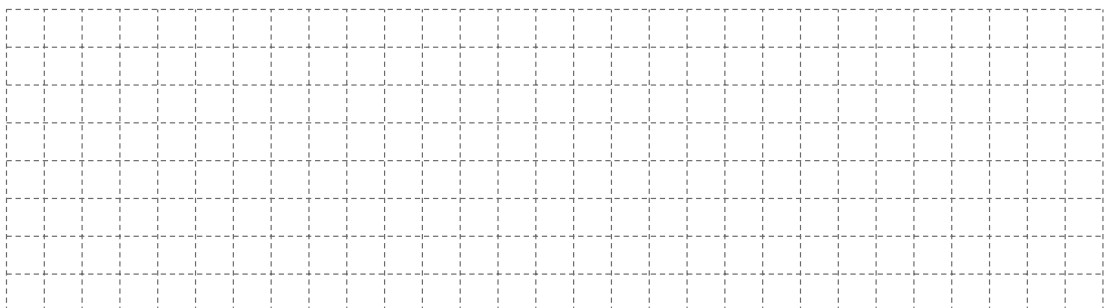
- 2 2.3 (G) Berechnen Sie den Betrag v_1 der Geschwindigkeit des Koffers, nachdem er die Strecke s zurückgelegt hat.



- 3.0 Ein Riesenrad dreht sich gleichmäßig; eine Umdrehung dauert $T = 30$ s. Eine Person der Masse $m = 60$ kg sitzt in einer Gondel, ihr Schwerpunkt bewegt sich auf einer Kreisbahn mit dem Radius $r = 15$ m (siehe Skizze, nicht maßstäblich).



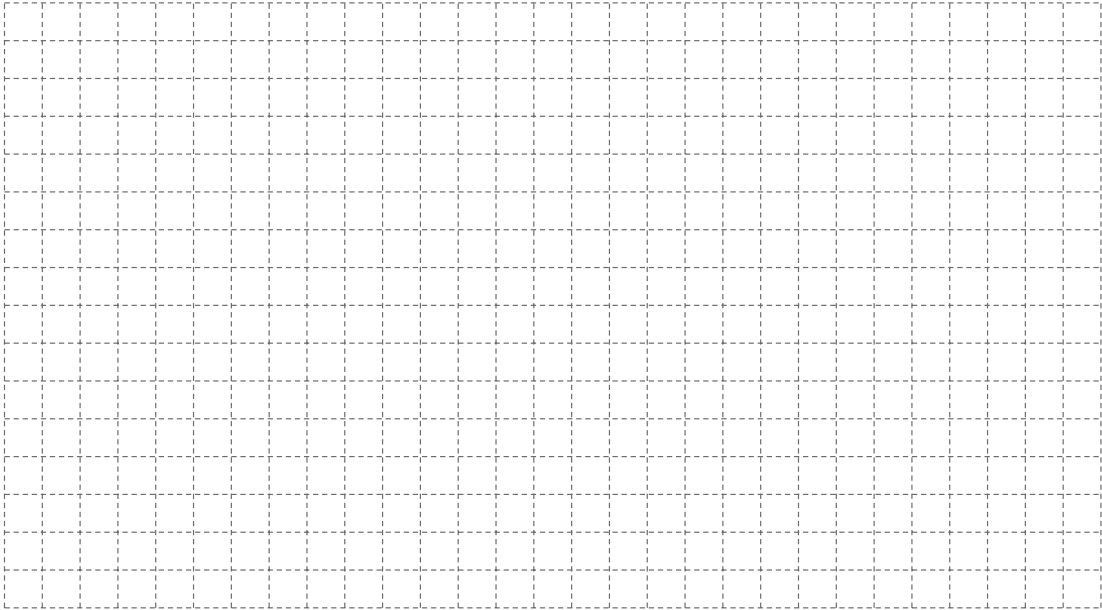
- 2 3.1 (G) Berechnen Sie den Betrag ω der Winkelgeschwindigkeit und den Betrag v der Bahngeschwindigkeit der Person.
[mögliches Ergebnis: $v = 3,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$]



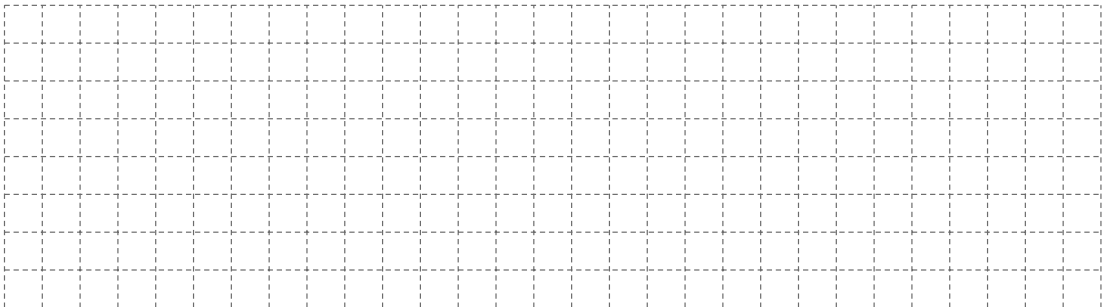
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 4 3.2 (G) Ermitteln Sie die Beträge F_o und F_u der Kräfte, die der Sitz auf die Person im höchsten bzw. im tiefsten Punkt der Kreisbahn ausübt.



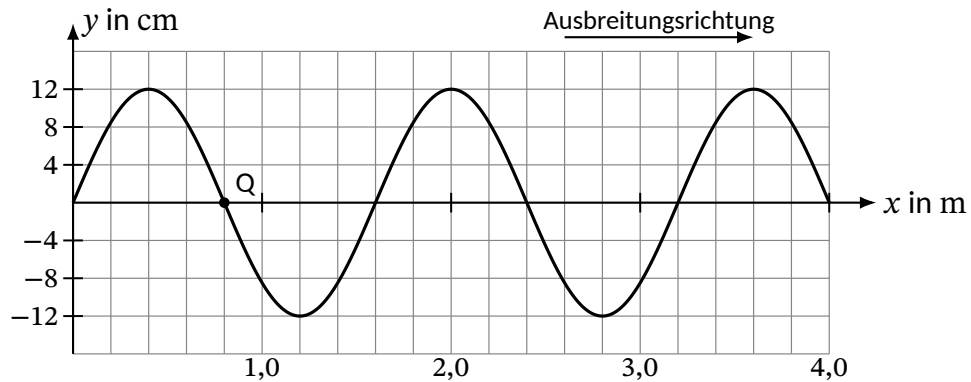
- 2 3.3 (G) Ermitteln Sie die Umlaufdauer T_0 , bei der die Person im höchsten Punkt keine Kraft mehr vom Sitz erfahren würde.



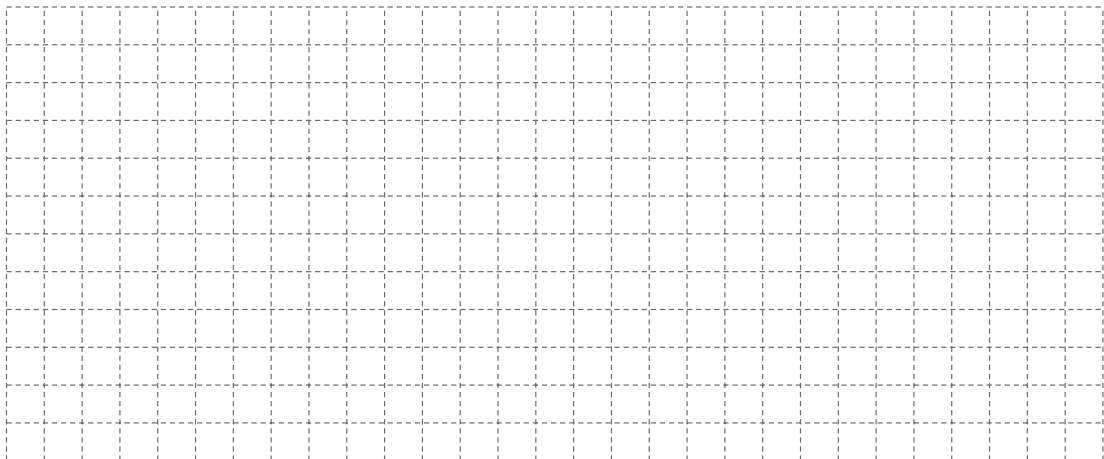
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 4.0 Ein Kind bewegt das Ende eines langen, auf dem Rasen liegenden Gartenschlauchs mit der Frequenz $f = 2,0 \text{ Hz}$ seitlich hin und her. Auf dem Schlauch breitet sich eine Querwelle nach rechts aus. Das Diagramm zeigt ein Momentbild eines Ausschnitts des Schlauchs; x ist der Ort längs des Schlauchs, y die Auslenkung.

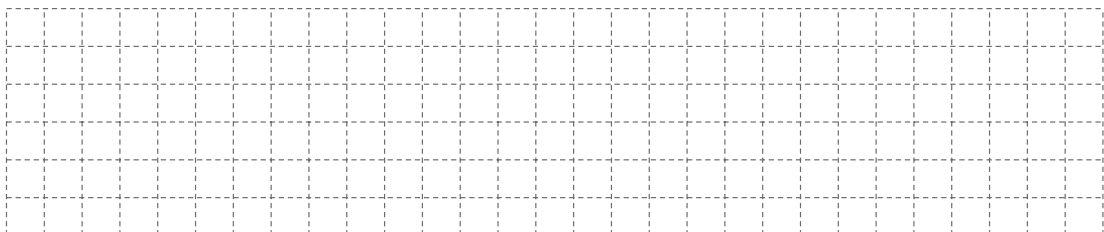


- 3 4.1 (G) Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms die Wellenlänge λ und die Amplitude $\hat{y}$ der Welle sowie den Betrag c ihrer Ausbreitungsgeschwindigkeit.



- 2 4.2 (G) Zeichnen Sie in das Diagramm das Momentbild 0,125 s später ein.

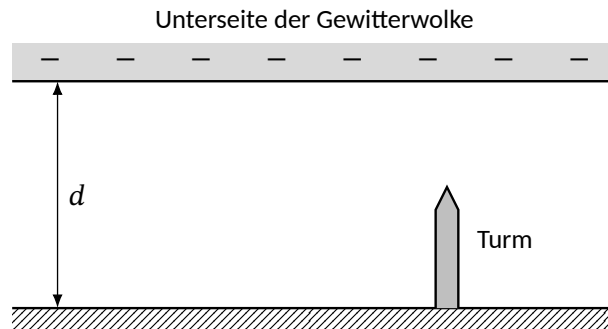
- 2 4.3 (G) Begründen Sie, in welche Richtung (+y oder -y) sich der Punkt Q des Schlauchs im dargestellten Augenblick bewegt.



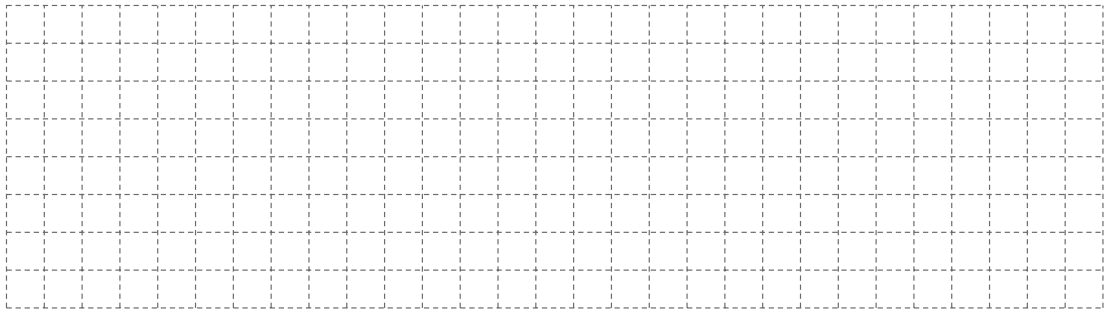
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

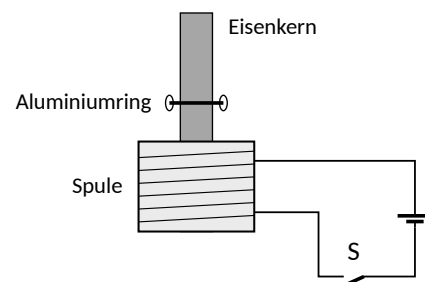
- 5.0** Vor einem Gewitter ist die ebene Unterseite einer Gewitterwolke negativ geladen; sie befindet sich im Abstand $d = 1,5 \text{ km}$ über dem ebenen Erdboden. Zwischen Wolke und Boden liegt die Spannung $U = 75 \text{ MV}$. Auf dem Boden steht ein Turm (siehe Skizze, nicht maßstäblich).



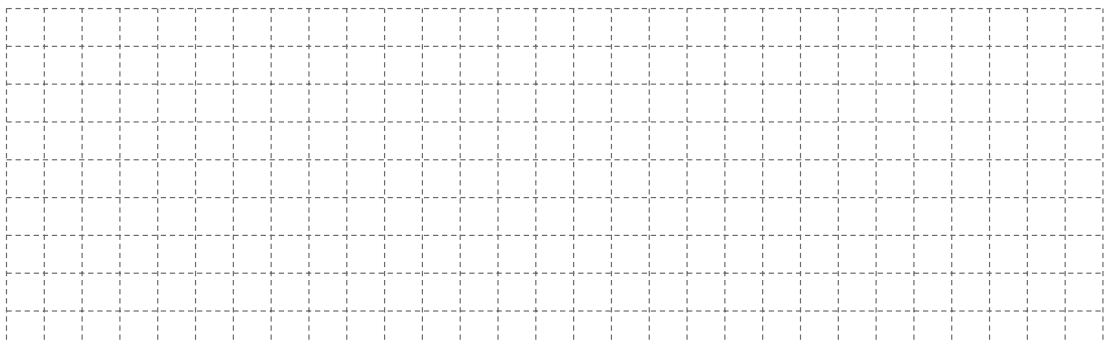
- 5.1 (G)** Skizzieren Sie in der Abbildung das Feldlinienbild des elektrischen Feldes zwischen Wolke und Boden.
- 5.2 (G)** Berechnen Sie den Betrag E der elektrischen Feldstärke unter der Annahme, dass das Feld zwischen Wolke und Boden homogen ist.



- 6.0** Auf den Eisenkern einer Spule ist ein Ring aus Aluminium gesteckt (siehe Skizze). Die Spule ist über den Schalter S an eine Gleichspannungsquelle angeschlossen. Schließt man den Schalter, springt der Ring nach oben.



- 6.1 (G)** Erklären Sie, warum der Ring beim Schließen des Schalters nach oben springt.



Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

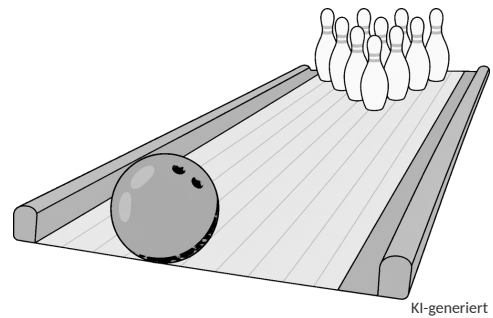
2

6.2 (G) Der Versuch wird mit einem Aluminiumring wiederholt, der an einer Stelle aufgeschnitten ist. Entscheiden Sie ohne Rechnung, wie sich dieser Ring beim Schließen des Schalters verhält, und begründen Sie Ihre Entscheidung.

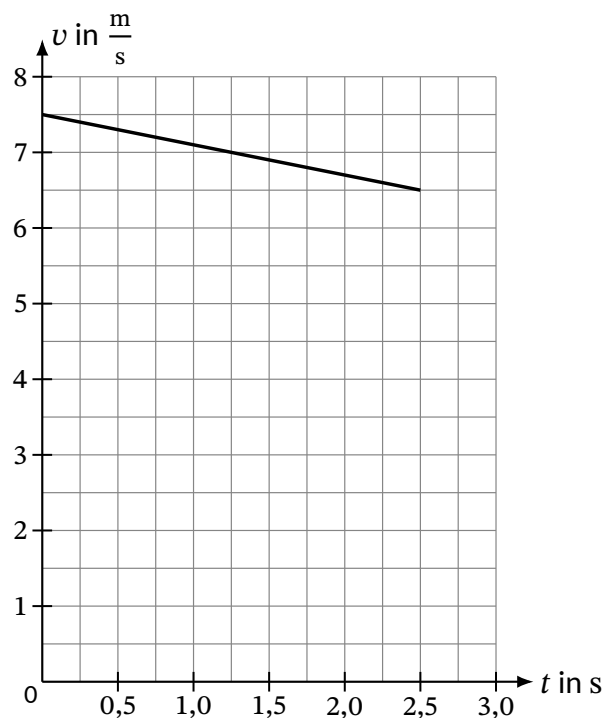
40

BE

- 1.0** Beim Bowling rollt eine Kugel der Masse $m_K = 6,0 \text{ kg}$ geradlinig über die waagrechte Bahn auf die Pins zu. Mit einer Videoanalyse wurde der Betrag v ihrer Geschwindigkeit ab dem Zeitpunkt $t = 0$ (Kugel setzt auf der Bahn auf) bis zum Auftreffen auf den ersten Pin aufgezeichnet (Diagramm). Die Kugel wird als Massenpunkt betrachtet, der Luftwiderstand wird vernachlässigt.



KI-generiert

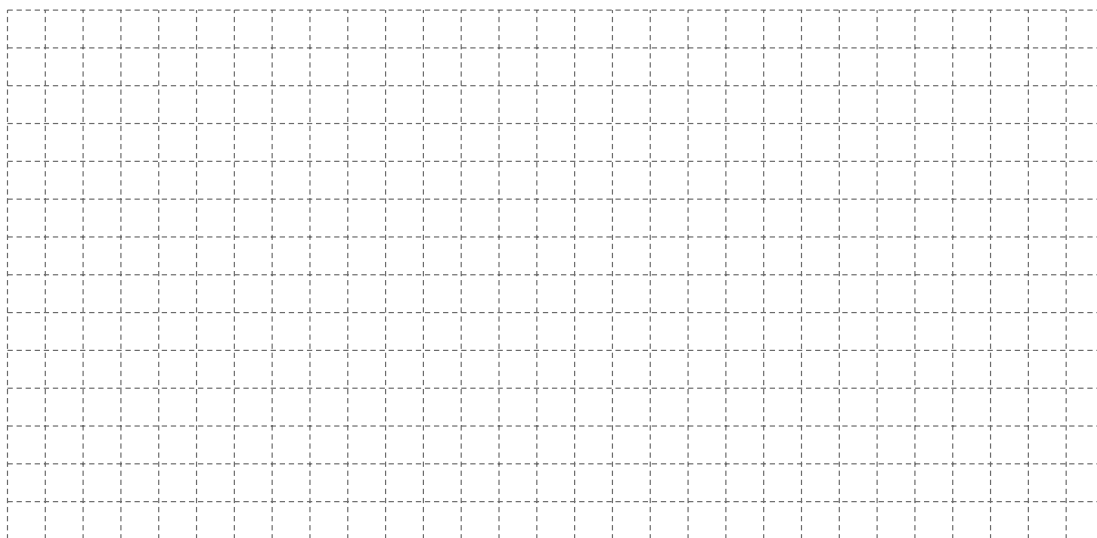


- 2 **1.1** Ermitteln Sie mithilfe des Diagramms den Betrag a der Beschleunigung $\vec{a}$ der Kugel.
- 2 **1.2** Ermitteln Sie den Betrag F_R der Reibungskraft, die die Bahn auf die Kugel ausübt.
- 3 **1.3** Ermitteln Sie mithilfe des Diagramms die Strecke s_1 , die die Kugel bis zum Auftreffen auf den ersten Pin zurücklegt.
- 2 **1.4** Berechnen Sie die kinetische Energie $E_{\text{kin},0}$ der Kugel zu Beginn und die kinetische Energie $E_{\text{kin},1}$ beim Auftreffen auf den ersten Pin.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 3 **1.5 (G)** Skizzieren Sie den Verlauf der kinetischen Energie der Kugel in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg und begründen Sie die Form des Graphen.



- 3 **1.6** Ein Spieler möchte mit dem Ergebnis aus 1.1 abschätzen, wie weit die Kugel ohne Pins ab dem Aufsetzen ($t = 0$) bis zum Stillstand rollen würde. Beurteilen Sie, ob das Modell der konstanten Beschleunigung dafür geeignet ist, und geben Sie die so abgeschätzte Strecke s_{St} an.

- 2.0** Die Kugel trifft mit einer Geschwindigkeit vom Betrag $v_K = 6,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ zentral auf einen ruhenden Pin der Masse $m_P = 1,5 \text{ kg}$. Unmittelbar nach dem Stoß bewegt sich die Kugel mit einer Geschwindigkeit vom Betrag $v'_K = 4,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in der ursprünglichen Richtung weiter. Der Stoß dauert $\Delta t = 3,0 \text{ ms}$. Reibung während des Stoßes wird vernachlässigt; beide Körper bewegen sich nach dem Stoß auf derselben Geraden.

- 3 **2.1** Berechnen Sie den Betrag v_P der Geschwindigkeit des Pins unmittelbar nach dem Stoß. [mögliches Ergebnis: $v_P = 9,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$]

- 3 **2.2** Untersuchen Sie, ob es sich um einen vollkommen elastischen Stoß handelt.

- 2 **2.3** Berechnen Sie den Betrag $\bar{F}$ der mittleren Kraft, die die Kugel während des Stoßes auf den Pin ausübt.

Fortsetzung siehe nächste Seite

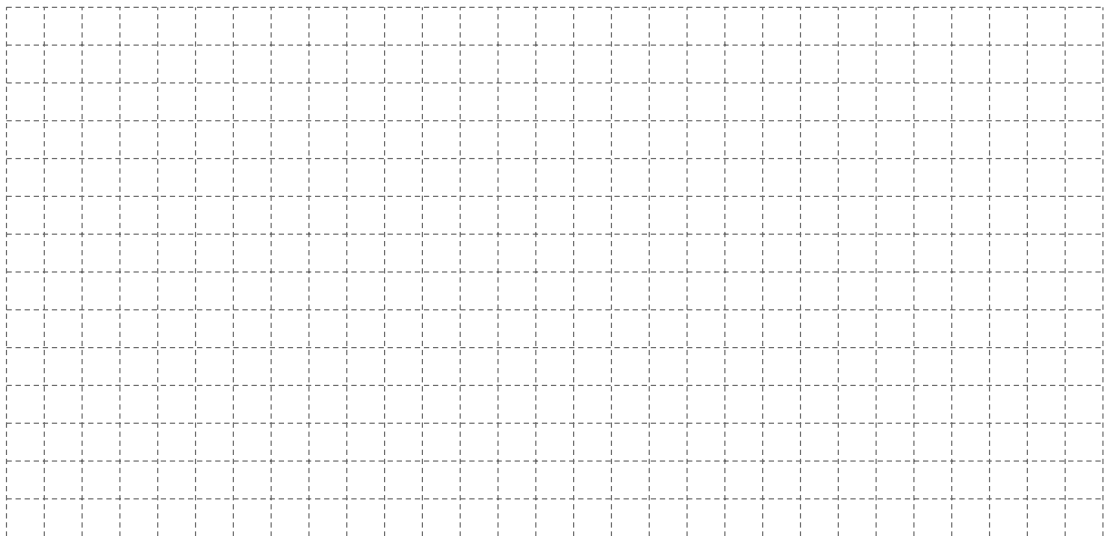
BE

- 4 2.4 (G) 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
Während des Stoßes ist die Kraft der Kugel auf den Pin genauso groß wie die Kraft des Pins auf die Kugel.			
Weil die Kugel schwerer ist, erfährt sie beim Stoß eine größere Impulsänderung als der Pin.			
Der Gesamtimpuls von Kugel und Pin ist unmittelbar nach dem Stoß genauso groß wie unmittelbar davor.			
Der Pin fällt nach dem Stoß um.			

- 3 2.5 (G) Skizzieren Sie in einem gemeinsamen Diagramm qualitativ den Betrag der Geschwindigkeit der Kugel und des Pins in Abhängigkeit von der Zeit kurz vor, während und kurz nach dem Stoß, wobei die Kraft während des Stoßes als konstant angenommen wird. Begründen Sie das Verhältnis der Steigungen der beiden Graphen während des Stoßes.



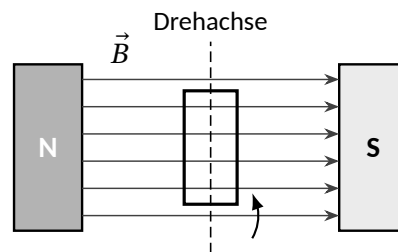
30

BE

- 1.0** Ein Duschkopf zeigt die Wassertemperatur auf einer kleinen Anzeige an. Die elektrische Energie dafür liefert ein Generator, den eine Wasserturbine im Griff antreibt. Im Modell dreht sich eine rechteckige Spule mit $N = 800$ Windungen und der Fläche $A = 2,0 \text{ cm}^2$ mit der Turbine in einem homogenen Magnetfeld der Flussdichte $B = 0,25 \text{ T}$; die Drehachse steht senkrecht zum Feld (siehe Skizze). Die Schaufelspitzen der Turbine laufen im Abstand $r = 2,0 \text{ cm}$ von der Drehachse mit einer Geschwindigkeit vom Betrag $v = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



KI-generiert

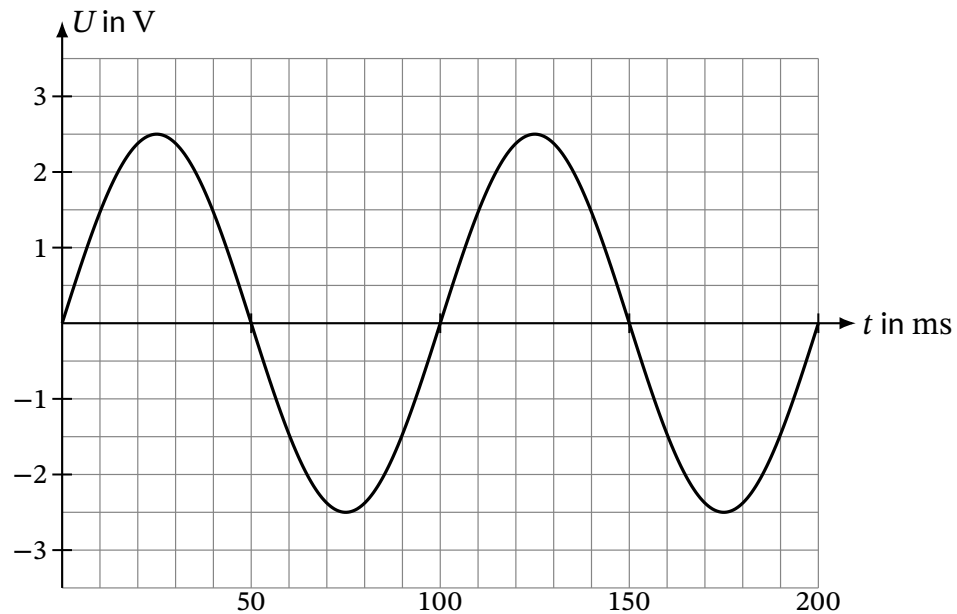


- 2 **1.1** Berechnen Sie den Betrag ω der Winkelgeschwindigkeit und die Drehfrequenz f der Turbine.
[mögliches Ergebnis: $\omega = 75 \frac{1}{\text{s}}$]
- 4 **1.2** Zum Zeitpunkt $t = 0$ steht die Spulenfläche senkrecht zu den Feldlinien. Zeigen Sie, dass für die in der Spule induzierte Spannung gilt: $U(t) = N \cdot B \cdot A \cdot \omega \cdot \sin(\omega \cdot t)$.
- 2 **1.3** Berechnen Sie den Scheitelwert $\hat{U}$ der induzierten Spannung.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

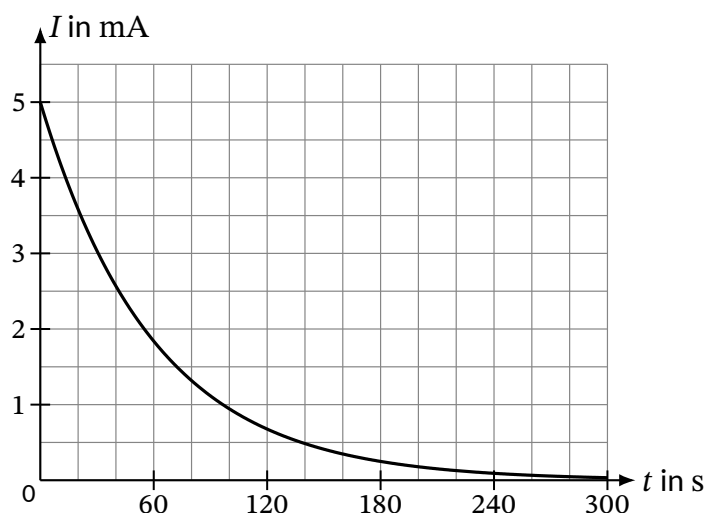
- 3 **1.4** Bei geringerem Wasserdurchfluss zeigt ein Oszilloskop die folgende Spannung an. Ermitteln Sie daraus den Betrag v_1 der Geschwindigkeit der Schaufelspitzen und prüfen Sie, ob der Scheitelwert $\hat{U}_1$ der Spannung zum Modell passt.



- 2 **1.5** (G) Skizzieren Sie in das Oszillogramm den Verlauf der Spannung bei der Geschwindigkeit $1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ der Schaufelspitzen aus 1.0.
- 2 **1.6** Ein Mitschüler meint: „Bei halb so großem Wasserdurchfluss dreht sich die Turbine langsamer, die Spannung bleibt aber gleich groß – sie ändert nur ihre Frequenz.“ Nehmen Sie Stellung zu dieser Aussage.

BE

- 2.0** Damit die Anzeige nach dem Abstellen des Wassers noch kurz leuchtet, wird ein Kondensator (Superkondensator) verwendet, der während des Duschens auf $U_0 = 3,0 \text{ V}$ aufgeladen wird. Um seine nicht lesbare Kapazität zu bestimmen, wird er von U_0 aus über einen Widerstand entladen und die Stromstärke I in Abhängigkeit von der Zeit t gemessen.

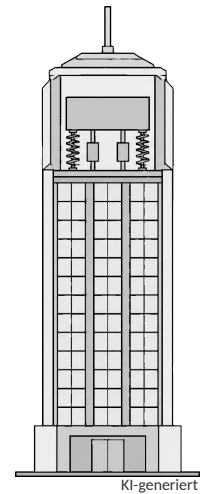


- 2.1** Ermitteln Sie mithilfe des Diagramms die Ladung Q_0 , die der Kondensator bei der Spannung U_0 gespeichert hat. Beschreiben Sie Ihr Vorgehen.
[mögliches Ergebnis: $Q_0 = 0,30 \text{ C}$]
- 2.2** Berechnen Sie die Kapazität C des Kondensators.
- 2.3** Berechnen Sie die Energie W_{el} , die bei der Spannung U_0 im Kondensator gespeichert ist.
- 2.4** Die Anzeige soll nach dem Abstellen des Wassers noch 30 s lang leuchten. Sie benötigt dafür eine mittlere Stromstärke von 4,0 mA und funktioniert nur, solange die Spannung am Kondensator mindestens 2,0 V beträgt. Untersuchen Sie, ob der Kondensator dafür ausreicht, und ermitteln Sie die mindestens nötige Kapazität C_{min} .
- 2.5** Ein Mitschüler schlägt vor, statt des Superkondensators einen Plattenkondensator mit Luft, derselben Kapazität C und dem Plattenabstand $d = 0,10 \text{ mm}$ zu verwenden. Beurteilen Sie diesen Vorschlag mithilfe der dafür nötigen Plattenfläche A_P .

30

BE

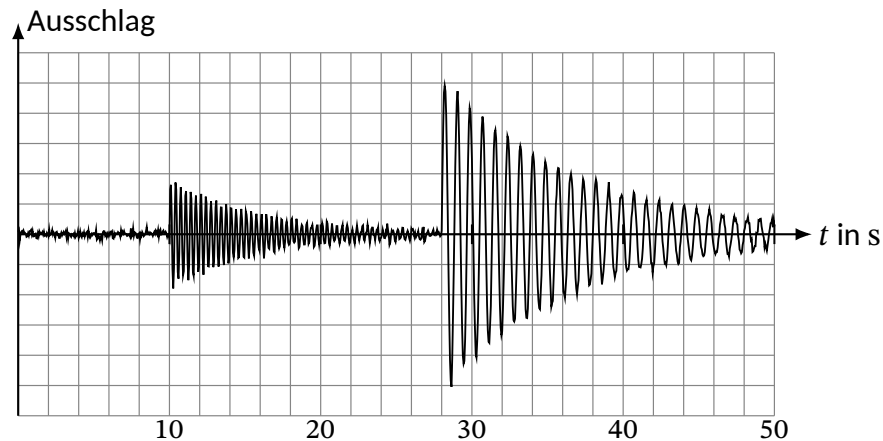
- 1.0** Ein schlankes Hochhaus schwingt bei starkem Wind mit seiner Eigenfrequenz $f = 0,20 \text{ Hz}$ hin und her. Um diese Schwingungen zu verringern, ist im obersten Stockwerk ein Schwingungstilger eingebaut: ein Stahlblock der Masse $m = 400 \text{ t}$, der auf elastischen Lagern steht und sich waagrecht hin und her bewegen kann; die Lager wirken wie Federn. Der Tilger wird als Federpendel betrachtet, dessen Eigenfrequenz mit der des Gebäudes übereinstimmt.



- 2 **1.1** Erklären Sie, warum gerade Windböen, die im Abstand von etwa $5,0 \text{ s}$ auf das Gebäude treffen, besonders große Schwingungen des Gebäudes verursachen können.
- 2 **1.2** Berechnen Sie die Richtgröße D des Tilgers.
[mögliches Ergebnis: $D = 6,3 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}}$]
- 3 **1.3** Aus Kostengründen soll ein Tilger mit der halben Masse und denselben Federn eingebaut werden. Untersuchen Sie, wie sich dadurch die Periodendauer T' des Tilgers ändert, und geben Sie an, wie die Federn angepasst werden müssten.
- 2 **1.4** Bei einem Sturm schwingt der Tilger mit der Amplitude $\hat{s} = 0,50 \text{ m}$. Berechnen Sie die Schwingungsenergie E des Tilgers.
- 2 **1.5** Ermitteln Sie den größten Betrag v_{max} der Geschwindigkeit des Stahlblocks bei dieser Schwingung.
- 3 **1.6** Der Tilger ist zusätzlich mit Dämpfern verbunden. Erläutern Sie, wie der Tilger die Schwingung des Gebäudes verringert, und gehen Sie dabei auf die Energieumwandlungen ein.

BE

- 2.0** Auch bei einem Erdbeben wird das Hochhaus zum Schwingen angeregt. Vom Erdbebenherd breiten sich zwei Wellenarten aus: die P-Welle (Längswelle) mit $c_P = 6,0 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ und die langsamere S-Welle (Querwelle) mit $c_S = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Ein Seismometer in einer Messstation zeichnet die Bodenbewegung auf ($t = 0$: Beginn der Aufzeichnung); zuerst trifft die P-Welle ein, später die S-Welle.



- 2.1** Zeigen Sie, dass für die Entfernung s der Messstation vom Erdbebenherd gilt:

$$s = \Delta t \cdot \frac{c_P \cdot c_S}{c_P - c_S}$$

Dabei ist Δt die Zeitdifferenz zwischen dem Eintreffen der beiden Wellen.

- 2.2** Ermitteln Sie mithilfe des Seismogramms die Entfernung s der Messstation vom Erdbebenherd. Geben Sie an, wie genau Sie die Zeitdifferenz ablesen können.
- 2.3** Die S-Welle hat die Frequenz $f_S = 1,2$ Hz. Berechnen Sie ihre Wellenlänge λ_S .
- 2.4** Ein Bewohner befürchtet, dass das Hochhaus bei diesem Erdbeben stärker gefährdet ist als ein Wohnhaus mit etwa zehn Stockwerken, dessen Eigenfrequenz etwa 1 Hz beträgt. Beurteilen Sie diese Befürchtung im Hinblick auf Resonanz.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 4 2.5 (G) 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 der P-Welle schwingen die Bodenteilchen in Ausbreitungsrichtung der Welle.			
Bei gleicher Frequenz hat die S-Welle eine größere Wellenlänge als die P-Welle.			
Die Wellen transportieren Energie, aber keine Materie vom Herd zur Messstation.			
Die Frequenz der S-Welle ändert sich, wenn die Welle in eine Gesteinsschicht mit anderer Ausbreitungsgeschwindigkeit übergeht.			

30