

Musterprüfung Nr. 004 zum Fachabitur
zum Erwerb der Fachhochschulreife
an Fachoberschulen und Berufsoberschulen

Bearbeitungszeit: 180 Minuten

Physik

Ausbildungsrichtung Technik

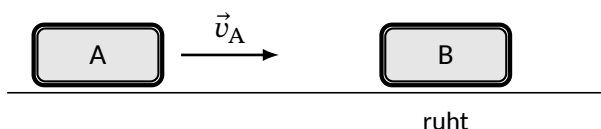
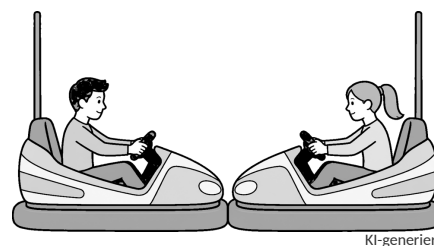
- Die Fachlehrkraft wählt zwei der drei Wahl-Aufgabengruppen (W1/W2/W3) aus.
- Die Schülerinnen und Schüler haben die Aufgaben der Pflicht-Aufgabengruppe (P) und der beiden von der Fachlehrkraft gewählten Wahl-Aufgabengruppen zu bearbeiten.
- Das Geheft mit den Aufgabenstellungen ist am Ende der Bearbeitungszeit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

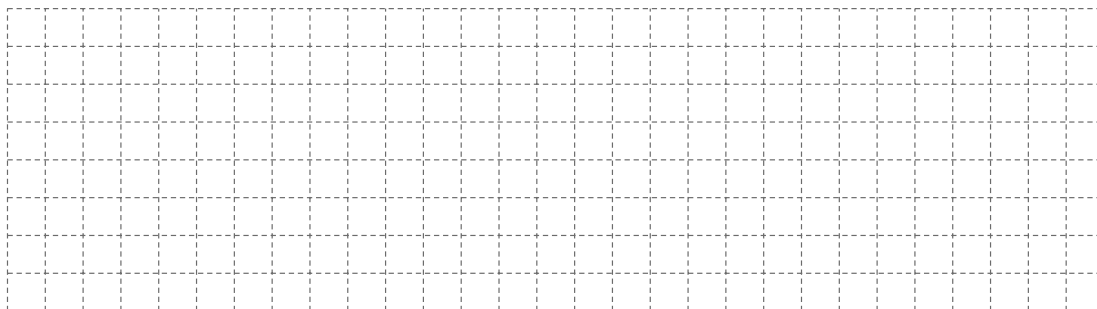
BE

- 1.0** Auf einer Autoscooter-Bahn fährt Wagen A (Masse samt Fahrer $m_A = 250 \text{ kg}$) mit einer Geschwindigkeit vom Betrag $v_A = 2,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ zentral auf den ruhenden Wagen B (Masse samt Fahrerin $m_B = 200 \text{ kg}$). Unmittelbar nach dem Stoß bewegt sich Wagen A mit $v_A' = 0,80 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in der ursprünglichen Richtung weiter. Reibung wird während des kurzen Stoßes vernachlässigt.

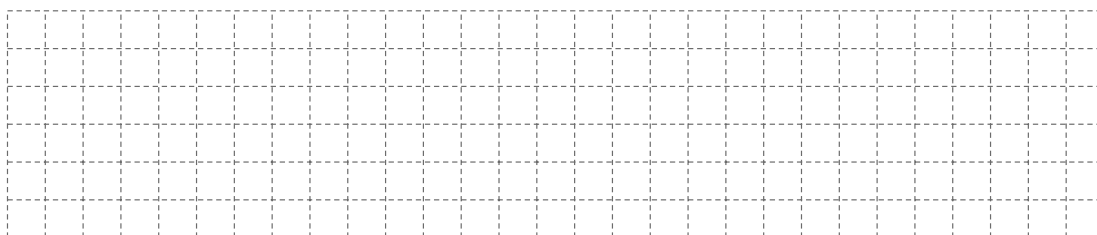


- 2 1.1 (G)** Berechnen Sie den Betrag v_B' der Geschwindigkeit von Wagen B unmittelbar nach dem Stoß.

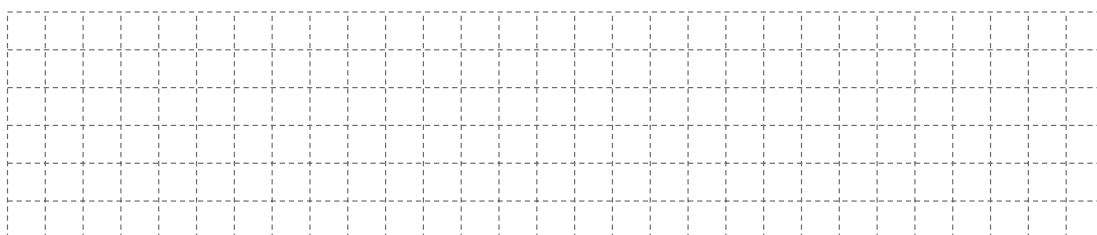
[mögliches Ergebnis: $v_B' = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$]



- 2 1.2 (G)** Untersuchen Sie, ob der Stoß elastisch ist, und geben Sie gegebenenfalls an, welcher Anteil der kinetischen Energie umgewandelt wird.



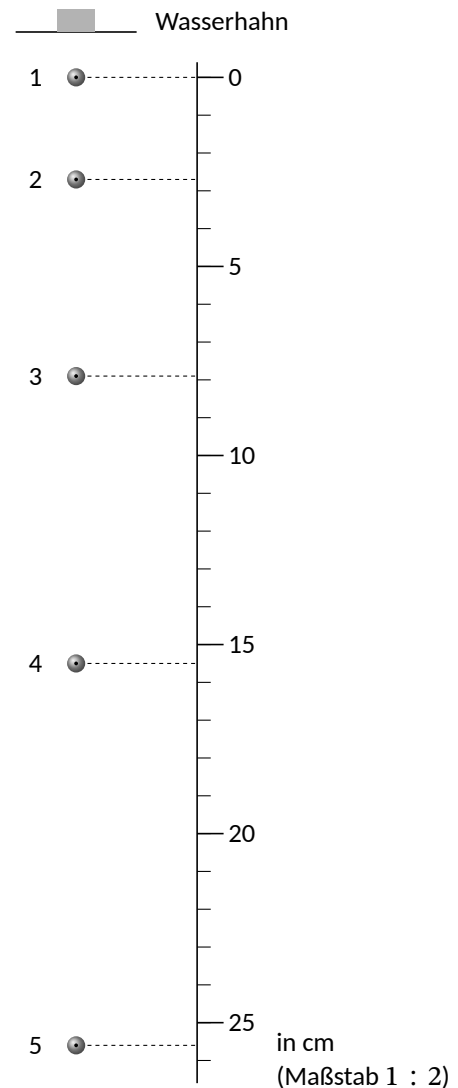
- 2 1.3 (G)** Die Fahrerin von B meint: „Wagen A hat beim Stoß stärker auf meinen Wagen gedrückt als mein Wagen auf A. Deshalb hat es mich viel stärker durchgeschüttelt.“ Beurteilen Sie diese Aussage.



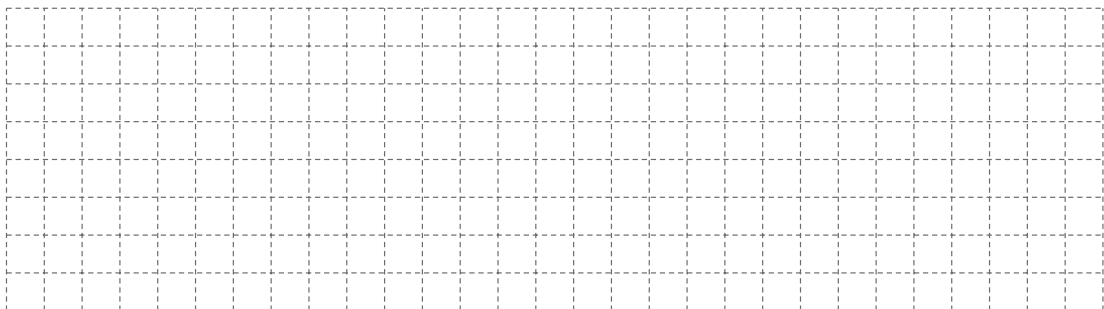
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 2.0** Aus einem Wasserhahn fallen Wassertropfen. Das Stroboskopbild zeigt einen Tropfen in fünf aufeinanderfolgenden Lagen 1 bis 5; der zeitliche Abstand zweier Blitze beträgt $\Delta t = 0,050$ s. Die Abbildung ist im Maßstab 1 : 2 verkleinert; die Skala daneben zeigt die tatsächlichen Längen in Zentimetern. Der Luftwiderstand wird vernachlässigt; der Tropfen wird als Massenpunkt betrachtet.



- 2.1 (G)** Bestimmen Sie mithilfe des Stroboskopbildes den Betrag $\bar{v}_{12}$ der mittleren Geschwindigkeit des Tropfens zwischen den Lagen 1 und 2.



Fortsetzung siehe nächste Seite

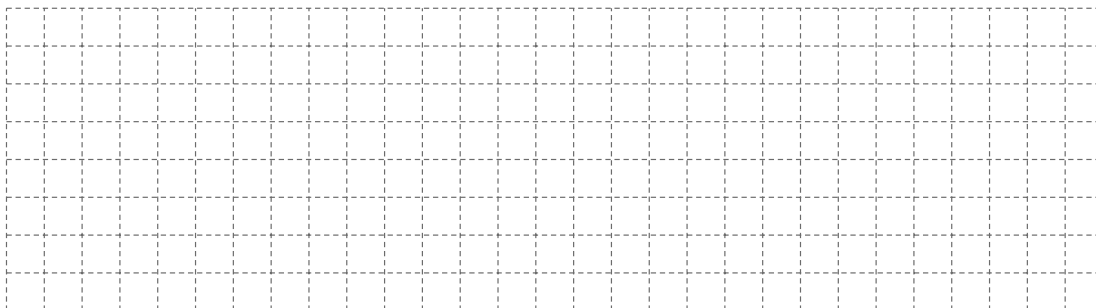
BE

- 4 2.2 (G) Ermitteln Sie mithilfe des Stroboskopbildes die Beschleunigung des Tropfens und vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit der Fallbeschleunigung g .

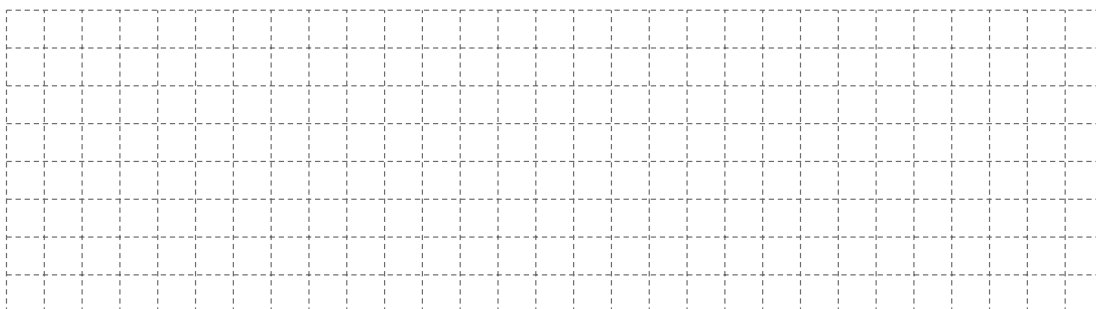


- 3.0 Der Korb einer Salatschleuder hat den Radius $r = 12 \text{ cm}$ und macht 30 Umdrehungen in 12 s. Ein Salatblatt liegt innen am Rand des Korbs.

- 2 3.1 (G) Berechnen Sie den Betrag v der Bahngeschwindigkeit des Salatblatts.

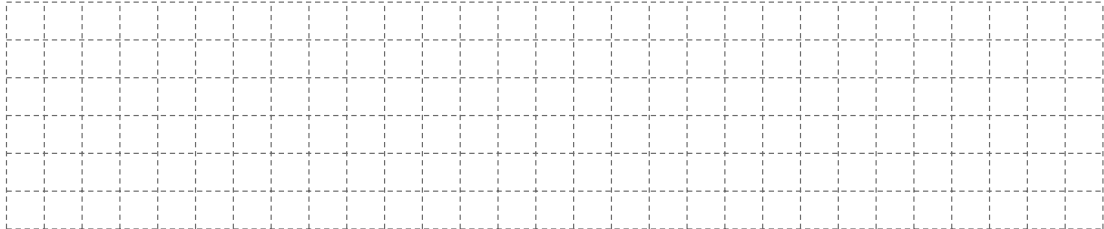


- 2 3.2 (G) Berechnen Sie den Betrag der Zentripetalbeschleunigung des Salatblatts und geben Sie ihn als Vielfaches der Fallbeschleunigung g an.

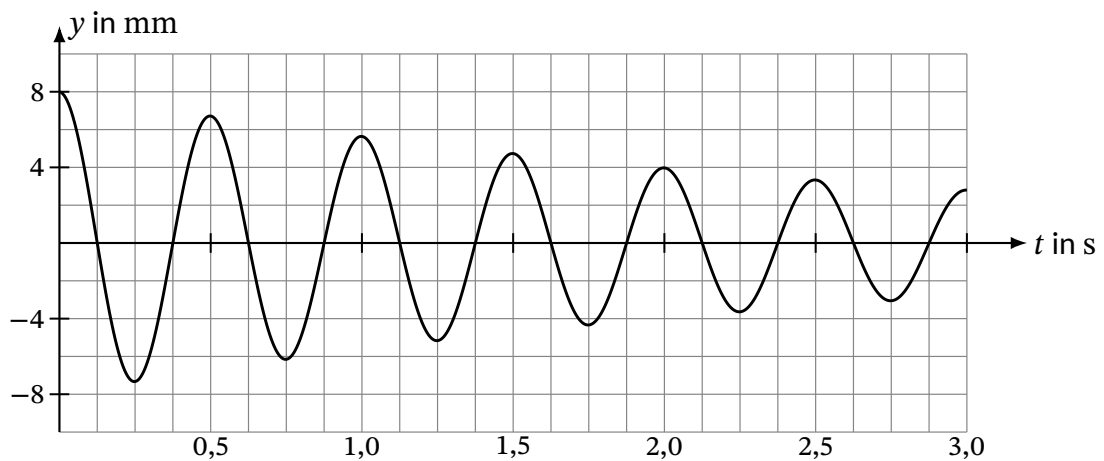
**Fortsetzung siehe nächste Seite**

BE

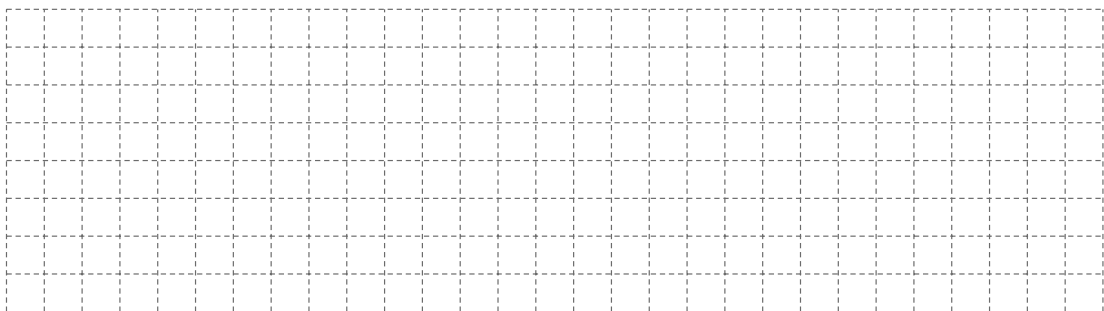
- 2 3.3 (G) Ein Mitschüler erklärt: „Die Wassertropfen werden von der Fliehkraft nach außen geschleudert.“
Erläutern Sie aus der Sicht eines außenstehenden Beobachters, warum die Wassertropfen das Salatblatt verlassen.



- 4.0 Auf einer Fußgängerbrücke ist in der Brückenmitte ein Bewegungssensor befestigt. Nach einem kräftigen Sprung einer Person zeichnet er die Auslenkung y der Brückenmitte in Abhängigkeit von der Zeit t auf:



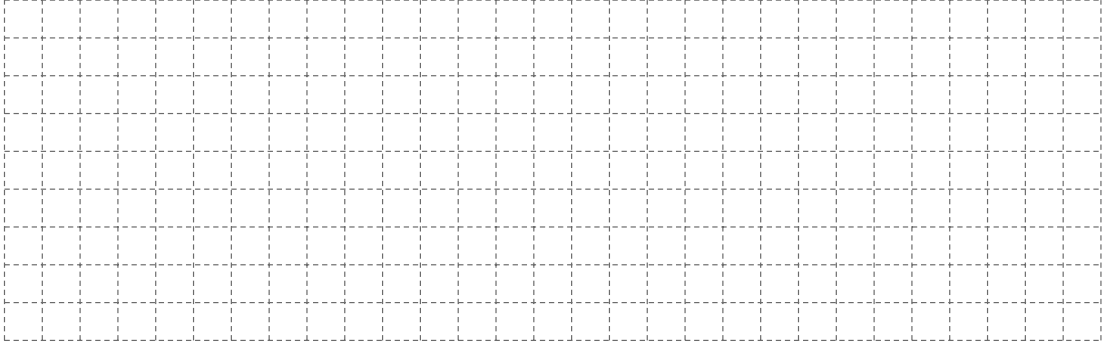
- 2 4.1 (G) Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms die Eigenfrequenz f_0 der Brücke.



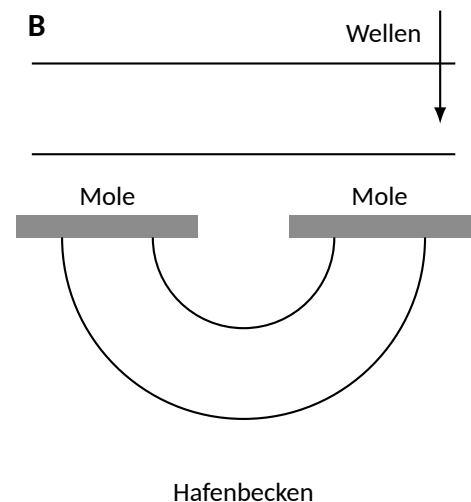
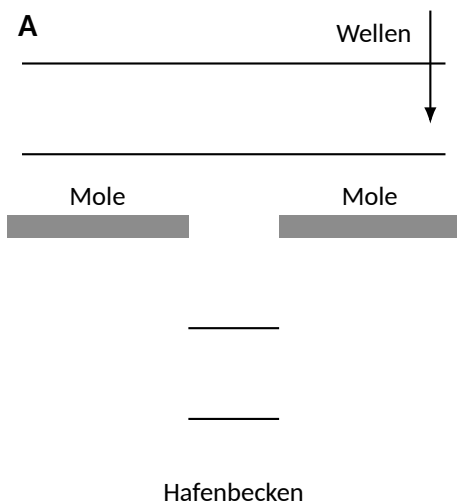
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

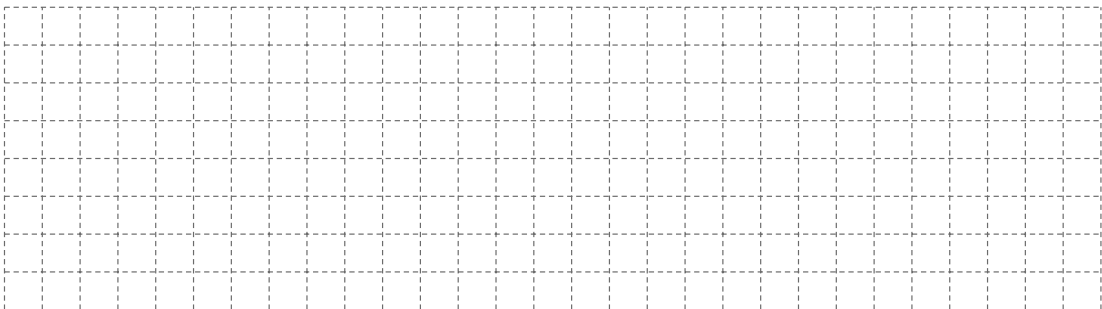
- 3 4.2 (G) Fußgänger gehen typischerweise mit etwa zwei Schritten pro Sekunde. Beurteilen Sie, ob von einer großen Gruppe, die im Gleichschritt über die Brücke geht, eine Gefahr ausgeht, und beurteilen Sie den Vorschlag, unter der Brücke Schwingungsdämpfer einzubauen.



- 5.0 Meereswellen mit der Periodendauer $T = 6,0 \text{ s}$ und der Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ laufen als ebene Wellen senkrecht auf die $b = 40 \text{ m}$ breite Einfahrt eines Hafens zu. Die Abbildungen A und B zeigen zwei Vorschläge für die Wellenfronten im Hafenbecken (Draufsicht, nicht maßstäblich).



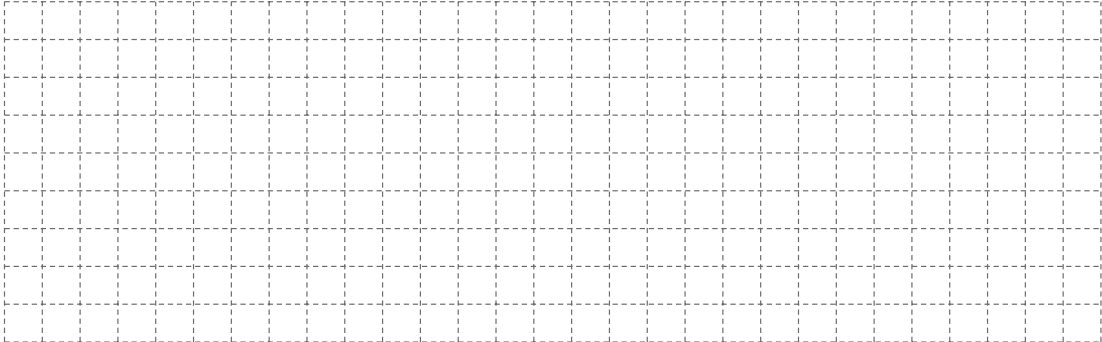
- 2 5.1 (G) Berechnen Sie die Wellenlänge λ der Meereswellen.



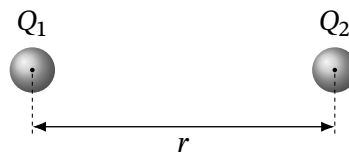
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

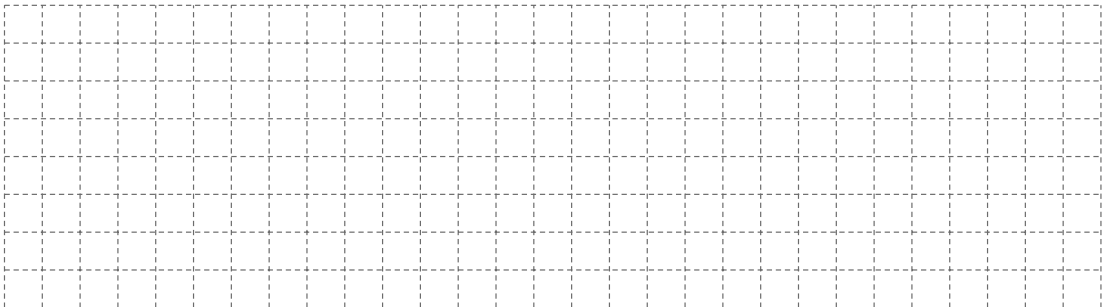
- 3 5.2 (G) Entscheiden Sie, welche der Abbildungen A oder B die Wellenfronten im Hafenbecken qualitativ richtig wiedergibt, und begründen Sie Ihre Entscheidung mithilfe des Huygens'schen Prinzips.



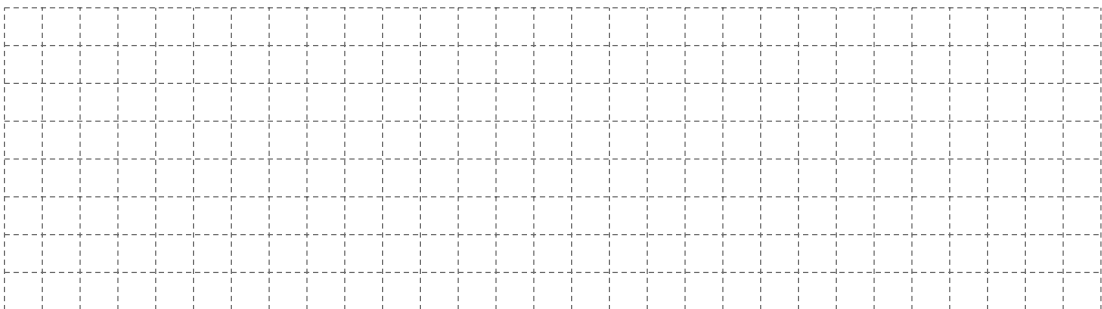
- 6.0 Zwei kleine Kugeln tragen die Ladungen $Q_1 = +30 \text{ nC}$ und $Q_2 = -20 \text{ nC}$. Ihre Mittelpunkte haben den Abstand $r = 6,0 \text{ cm}$ (siehe Skizze). Die Kugeln werden als Punktladungen betrachtet.



- 2 6.1 (G) Berechnen Sie den Betrag F der Kraft, die die Kugeln aufeinander ausüben, und geben Sie an, ob sie sich anziehen oder abstoßen.



- 2 6.2 (G) Berechnen Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke, die die Ladung Q_1 am Ort von Q_2 hervorruft, und geben Sie die Richtung dieser Feldstärke an.



Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 2 6.3 (G) Die Ladung Q_2 wird verdoppelt und der Abstand r verdreifacht. Entscheiden Sie, auf welchen Bruchteil sich der Betrag der Kraft aus 6.1 dadurch ändert.

- 7.0 Ein kleiner Spielzeugmotor wird als Generator betrieben: Eine flache Spule mit $N = 150$ Windungen und der Querschnittsfläche $A = 3,0 \text{ cm}^2$ dreht sich mit der Frequenz $f = 20 \text{ Hz}$ in einem homogenen Magnetfeld der Flussdichte $B = 0,40 \text{ T}$; die Drehachse steht senkrecht zu den Feldlinien. Die Spannung wird über einen Kommutator (Stromwender) abgegriffen, der die Anschlüsse der Spule nach jeder halben Umdrehung vertauscht.

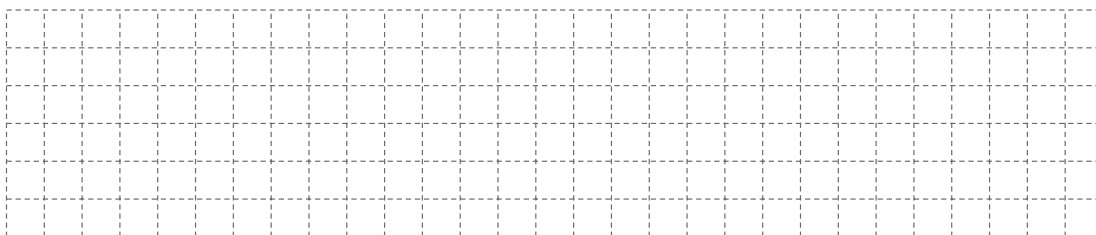
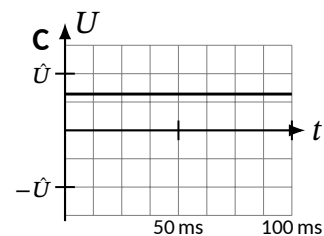
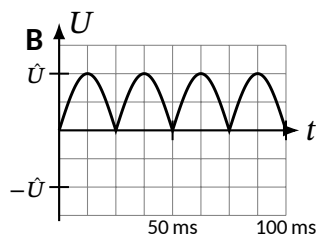
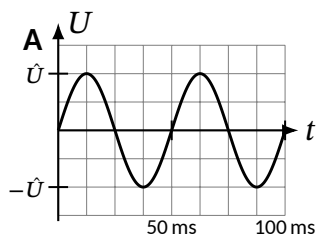
- 2 7.1 (G) Berechnen Sie den größten magnetischen Fluss $\hat{\Phi}$ durch die Spule.

- 2 7.2 (G) Ermitteln Sie den Scheitelwert $\hat{U}$ der in der Spule induzierten Spannung.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 2 7.3 (G) Entscheiden Sie, welches der Diagramme A bis C den zeitlichen Verlauf der Spannung U an den Anschlüssen des Motors richtig wiedergibt, und begründen Sie Ihre Entscheidung.



40

BE

1.0



In einer Kletterhalle stürzt ein Kletterer (Masse samt Ausrüstung $m = 60 \text{ kg}$). Er fällt zunächst $h = 4,0 \text{ m}$ frei, bis sich das Seil zu dehnen beginnt. Das gedehnte Seil wird als Feder mit einem linearen Kraftgesetz betrachtet. Der Kletterer wird als Massenpunkt betrachtet; Luftwiderstand und Reibung am Sicherungspunkt werden vernachlässigt.

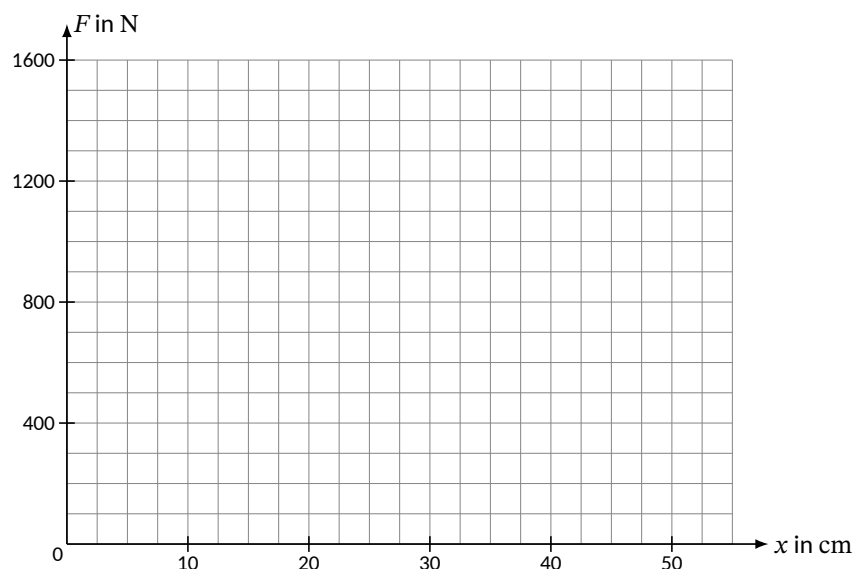
- 3 **1.1** Berechnen Sie den Betrag v der Geschwindigkeit des Kletterers in dem Moment, in dem sich das Seil zu dehnen beginnt, sowie die Dauer t des freien Falls.

- 4 **1.2 (G)** Für die beim Sturz wirksame Seillänge wurde im Labor der Betrag F der Kraft in Abhängigkeit von der Dehnung x des Seils gemessen:

x in cm	10	20	30	40	50
F in N	290	610	890	1 210	1 490

Zeigen Sie durch eine grafische Auswertung im folgenden Diagramm, dass für das Seil ein lineares Kraftgesetz gilt, und bestimmen Sie die Federhärte D_F des Seils.

[mögliches Ergebnis: $D_F = 3,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$]



Fortsetzung siehe nächste Seite

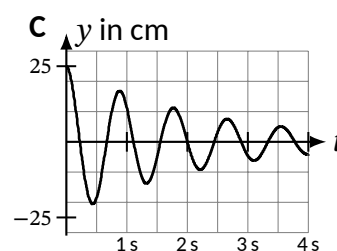
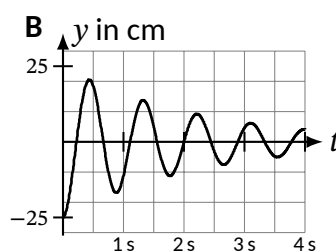
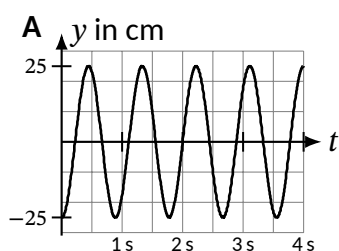
BE

- 4 **1.3** Ermitteln Sie mithilfe eines Energieansatzes die größte Dehnung s des Seils und den Betrag der größten Kraft, die das Seil auf den Kletterer ausübt.
[mögliches Ergebnis: $s = 1,5 \text{ m}$]
- 3 **1.4** Eine Kletterin behauptet: „Falle ich doppelt so tief, bevor sich das Seil dehnt, dann wird das Seil auch doppelt so stark belastet.“
Nehmen Sie mithilfe einer Rechnung Stellung zu dieser Behauptung.
- 4 **1.5 (G)** Ein KI-Sprachmodell macht zu diesem Sturz die folgenden Aussagen. 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 freien Falls wirkt keine Kraft auf den Kletterer.			
Im tiefsten Punkt ist der Betrag der Seilkraft größer als der Betrag der Gewichtskraft.			
Mit einem Seil kleinerer Federhärte wäre die größte Seilkraft kleiner.			
Das Seil hält diesem Sturz stand.			

BE

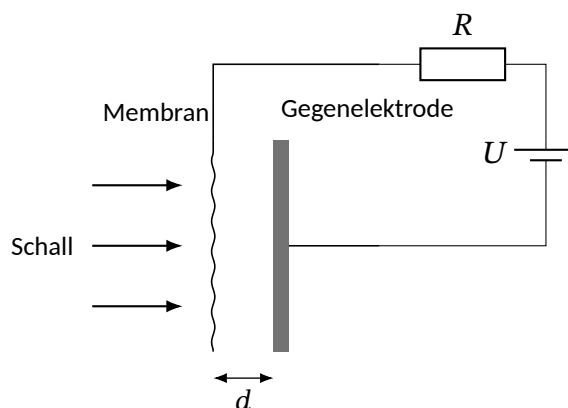
- 2.0** Nach dem Sturz hängt der Kletterer zunächst ruhig im Seil. Durch einen kurzen Ruck am Seil gerät er in eine senkrechte Schwingung. Die Richtgröße des schwingenden Systems ist gleich der Federhärte des Seils: $D = 3,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$.
- 2.1** Berechnen Sie die Periodendauer T dieser Schwingung.
- 2.2** Begründen Sie, dass der Kletterer harmonisch schwingt, obwohl außer der Seilkraft auch die Gewichtskraft auf ihn wirkt.
- 2.3** Sein Kletterpartner hängt am selben Seil und schwingt mit der Periodendauer 1,1 s. Ermitteln Sie die Masse des Kletterpartners samt Ausrüstung.
- 2.4** Zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ befindet sich der Kletterer im tiefsten Punkt seiner Schwingung, 25 cm unterhalb der Gleichgewichtslage (Orientierung: nach oben positiv). Mit der Zeit werden die Ausschläge kleiner. Entscheiden Sie, welches der Diagramme A bis C seine Bewegung richtig wiedergibt, geben Sie für jedes der anderen Diagramme ein Ausschlusskriterium an und erläutern Sie, wo die Energie der Schwingung bleibt.



30

BE

- 1.0** In einem Kondensatormikrofon bilden eine dünne, leitfähige Membran und eine feste Gegenelektrode einen Plattenkondensator mit der Plattenfläche $A = 3,0 \text{ cm}^2$ und dem Plattenabstand $d = 20 \text{ }\mu\text{m}$ (Luft). Über einen Widerstand R liegt die konstante Spannung $U = 48 \text{ V}$ an. Schallwellen bringen die Membran zum Schwingen; dabei ändert sich der Plattenabstand (Skizze nicht maßstäblich).

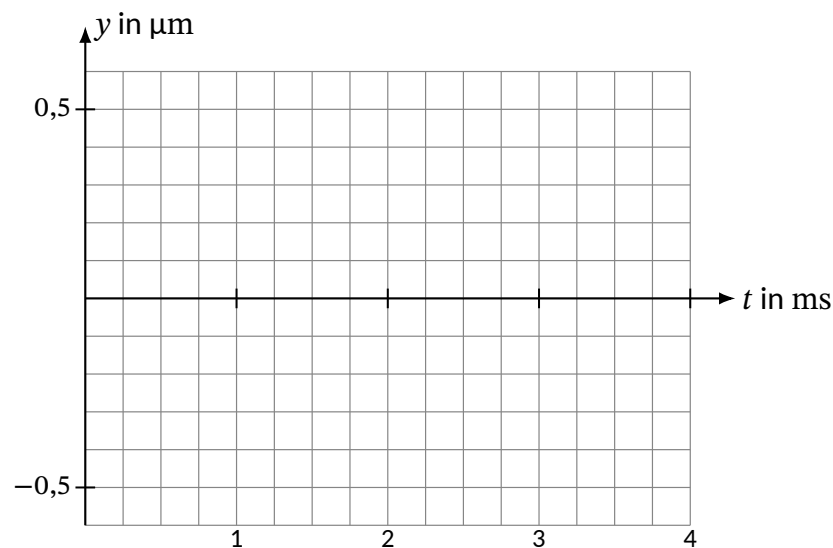


- 2 **1.1** Berechnen Sie die Kapazität C des Kondensators bei ruhender Membran.
[mögliches Ergebnis: $C = 0,13 \text{ nF}$]
- 2 **1.2** Berechnen Sie die Ladung Q und den Energieinhalt W des Kondensators bei ruhender Membran.
- 3 **1.3** Bei einem lauten Ton schwingt die Membran so, dass der Plattenabstand zwischen $19 \text{ }\mu\text{m}$ und $21 \text{ }\mu\text{m}$ schwankt; die Spannung bleibt dabei 48 V . Ermitteln Sie, zwischen welchen Werten die Ladung des Kondensators schwankt.
- 3 **1.4** Erläutern Sie, warum dabei durch den Widerstand R ein elektrischer Strom fließt, und geben Sie an, mit welcher Frequenz sich dieser Strom ändert.
- 3 **1.5** Bei einem anderen Mikrofon soll der Kondensator bei gleicher Plattenfläche die Kapazität 150 pF haben. Ermitteln Sie den dafür nötigen Plattenabstand.
- 3 **1.6** Planen Sie ein Experiment mit einem Plattenkondensator aus der Physiksammlung, mit dem man überprüfen kann, dass die Kapazität umgekehrt proportional zum Plattenabstand ist. Geben Sie dabei den Aufbau, die Messgrößen und die Auswertung an.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 2.0 Ein Ton der Frequenz $f = 500 \text{ Hz}$ trifft auf das Mikrofon; die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt $c = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Die Mitte der Membran schwingt harmonisch mit der Amplitude $\hat{y} = 0,50 \mu\text{m}$. Zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ befindet sie sich in der Ruhelage und bewegt sich in positive Richtung.
- 2 2.1 Berechnen Sie die Wellenlänge λ des Tons in Luft.
- 3 2.2 Geben Sie die Gleichung $y(t)$ der Schwingung der Membranmitte mit eingesetzten Werten an.
- 3 2.3 Berechnen Sie die Beträge $\hat{v}$ der größten Geschwindigkeit und $\hat{a}$ der größten Beschleunigung der Membranmitte.
- 3 2.4 (G) Zeichnen Sie den Graphen der Funktion $y(t)$ für $0 \leq t \leq 4,0 \text{ ms}$ in das Diagramm.



- 3 2.5 Ein Ton der Frequenz $1\,000 \text{ Hz}$ bringt die Membran mit derselben Amplitude zum Schwingen. Entscheiden Sie ohne Rechnung, wie sich die Beträge der größten Geschwindigkeit und der größten Beschleunigung der Membranmitte ändern, und begründen Sie Ihre Entscheidung.

30

BE

- 1.0** Eine Radfahlerin fährt mit ihrem E-Bike (Masse von FahrerIn und Rad zusammen $m = 100 \text{ kg}$) mit der konstanten Geschwindigkeit vom Betrag $v = 18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ durch eine Kurve mit dem Radius $r = 12 \text{ m}$ auf waagrechter Straße. FahrerIn und Rad werden als ein Körper betrachtet, dessen Masse im gemeinsamen Schwerpunkt vereinigt ist.



KI-generiert

- 2 **1.1** Berechnen Sie den Betrag F_Z der Zentripetalkraft, die bei dieser Kurvenfahrt nötig ist.
- 2 **1.2** Erklären Sie, warum sich die FahrerIn in die Kurve legen muss.

BE

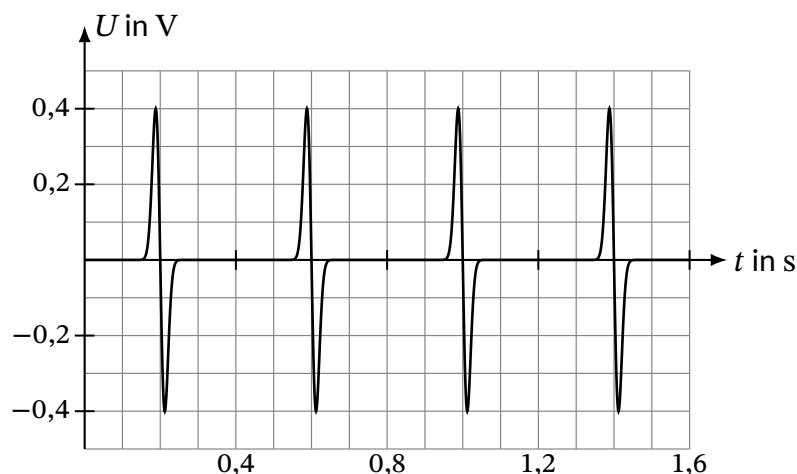
- 4 **1.3 (G)** Ermitteln Sie mithilfe eines Kräfteplans (Maßstab: $200\text{ N} \hat{=} 1,0\text{ cm}$) den Winkel gegenüber der Senkrechten, um den sich die Fahrerin in die Kurve legen muss.



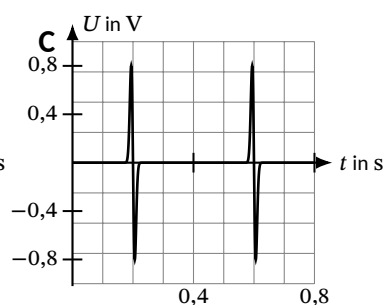
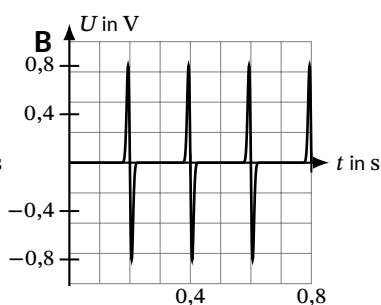
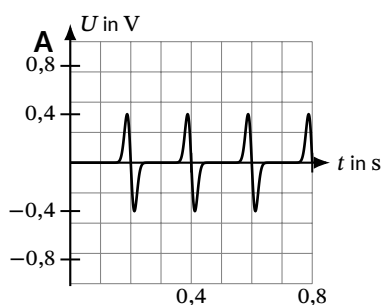
- 3 **1.4** Auf trockenem Asphalt kann die Straße quer zur Fahrtrichtung eine Haftkraft vom Betrag höchstens 450 N auf das Rad ausüben.
Ermitteln Sie die größte Geschwindigkeit in $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, mit der die Fahrerin diese Kurve durchfahren kann.
- 3 **1.5** Bei Nässe halbiert sich die größtmögliche Haftkraft. Ein Ratgeber empfiehlt: „Bei Nässe Kurven nur mit der halben Höchstgeschwindigkeit bei Trockenheit fahren.“
Beurteilen Sie diese Empfehlung für die Kurve aus 1.0.

BE

- 2.0** Das E-Bike misst seine Geschwindigkeit mit einem Sensor: An einer Speiche des Vorderrads sitzt ein kleiner Dauermagnet, der bei jeder Radumdrehung an einer Spule mit $N = 500$ Windungen an der Gabel vorbeiläuft. Der Umfang des Rads beträgt $u = 2,20$ m. Das Diagramm zeigt die in der Spule induzierte Spannung U in Abhängigkeit von der Zeit t .



- 2.1** Erläutern Sie, wie die Spannungspulse zustande kommen und warum die Spannung bei jedem Puls ihr Vorzeichen wechselt.
- 2.2** Ermitteln Sie mithilfe des Diagramms den Betrag v der Geschwindigkeit des E-Bikes.
- 2.3** Die Fahrerin fährt nun doppelt so schnell. Entscheiden Sie ohne Rechnung, welches der Diagramme A bis C die induzierte Spannung dann qualitativ richtig wiedergibt, und begründen Sie Ihre Entscheidung.



- 2.4** Im Tachometer ist versehentlich ein Radumfang von $2,10$ m eingestellt. Untersuchen Sie, welche Geschwindigkeit der Tachometer bei der Fahrt aus 2.2 anzeigt und um wie viel Prozent diese Anzeige vom tatsächlichen Wert abweicht.
- 2.5** Beim Vorbeilaufen des Magneten nimmt der magnetische Fluss durch die Spule innerhalb von 30 ms um $15 \mu\text{Wb}$ zu. Berechnen Sie den Betrag der dabei induzierten mittleren Spannung.
- 2.6** Geben Sie an, wie sich das Diagramm aus 2.0 ändert, wenn der Magnet mit vertauschten Polen an der Speiche befestigt wird.

30