

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

Bearbeitungszeit: 180 Minuten

Physik

Ausbildungsrichtung Technik

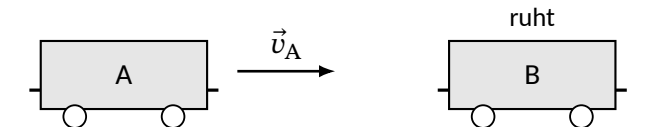
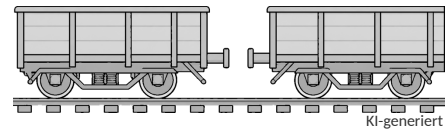
- Die Fachlehrkraft wählt zwei der drei Wahl-Aufgabengruppen (W1/W2/W3) aus.
- Die Schülerinnen und Schüler haben die Aufgaben der Pflicht-Aufgabengruppe (P) und der beiden von der Fachlehrkraft gewählten Wahl-Aufgabengruppen zu bearbeiten.
- Das Geheft mit den Aufgabenstellungen ist am Ende der Bearbeitungszeit 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** Auf einem Rangierbahnhof rollt der Güterwagen A (Masse $m_A = 20 \text{ t}$) mit einer Geschwindigkeit vom Betrag $v_A = 1,5 \text{ m/s}$ zentral auf den ruhenden Güterwagen B (Masse $m_B = 30 \text{ t}$). Die Puffer federn; unmittelbar nach dem Stoß rollt Wagen A mit $v_A' = 0,30 \text{ m/s}$ entgegen seiner ursprünglichen Richtung zurück. Reibung wird während des kurzen Stoßes vernachlässigt.

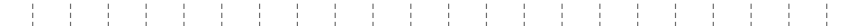


- 2 **1.1** Berechnen Sie den Betrag v_B' der Geschwindigkeit von Wagen B unmittelbar nach dem Stoß.

[mögliches Ergebnis: $v_B' = 1,2 \text{ m/s}$]



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

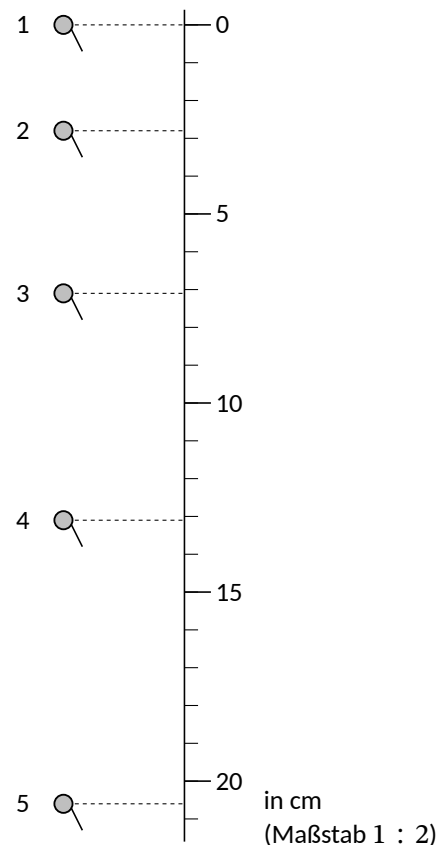


- 2 **1.3** Ein Rangierarbeiter meint: „Weil Wagen B schwerer ist, hat er beim Stoß stärker auf Wagen A gedrückt als A auf B. Deshalb ist A sogar zurückgerollt.“
Beurteilen Sie diese Aussage.



BE

- 2.0** Ein Schlüsselbund fällt von einem Balkon. Bei der Videoanalyse einer Zeitlupenaufnahme werden fünf aufeinanderfolgende Lagen 1 bis 5 in ein Bild übertragen; der zeitliche Abstand zweier Lagen beträgt $\Delta t = 0,040$ s. Die Abbildung ist im Maßstab 1 : 2 verkleinert; die Skala daneben zeigt die tatsächlichen Längen in Zentimetern. Der Luftwiderstand wird vernachlässigt; der Schlüsselbund wird als Massenpunkt betrachtet.



- 2 **2.1** Bestimmen Sie mithilfe des Bildes den Betrag der mittleren Geschwindigkeit des Schlüssels zwischen den Lagen 1 und 2.

[illegible]

- 4 **2.2** Ermitteln Sie mithilfe des Bildes die Beschleunigung des Schlüsselbunds und vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit der Fallbeschleunigung g .



BE

- 3.0** In einer Laborzentrifuge befindet sich der Boden eines Probenröhrchens im Abstand $r = 9,0 \text{ cm}$ von der Drehachse. Der Rotor macht 600 Umdrehungen in 30 s.

2 | **3.1** Berechnen Sie den Betrag der Bahngeschwindigkeit des Röhrchenbodens.

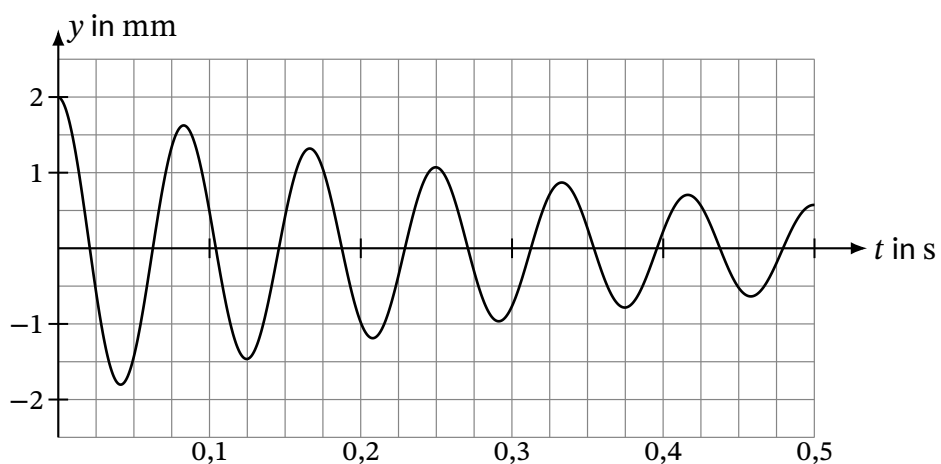
- 2 **3.2** Berechnen Sie den Betrag der Zentripetalbeschleunigung des Röhrchenbodens und geben Sie ihn als Vielfaches der Fallbeschleunigung g an.

- 2 **3.3** Eine Laborantin erklärt: „Die schweren Blutzellen werden von der Fliehkraft nach außen gedrückt.“

Erläutern Sie aus der Sicht eines außenstehenden Beobachters, warum sich die Blutzellen am Boden des Röhrchens sammeln.

[illegible]

- 4.0** Der Außenspiegel eines Lieferwagens vibriert bei bestimmten Motordrehzahlen stark. Ein Sensor am Spiegelgehäuse zeichnet nach einem kurzen Anstoßen bei stehendem Motor die Auslenkung y in Abhängigkeit von der Zeit t auf:



- 2 **4.1** Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms die Eigenfrequenz f_0 des Spiegels.

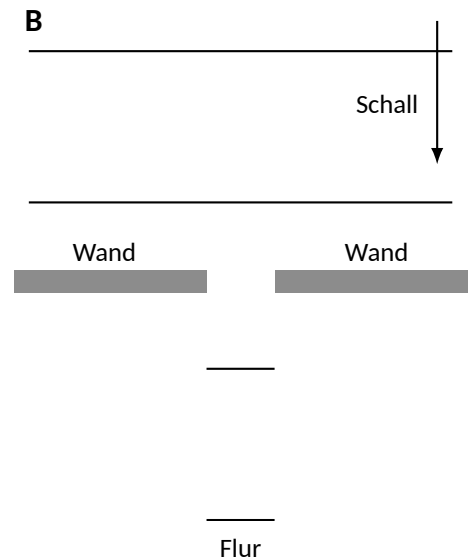
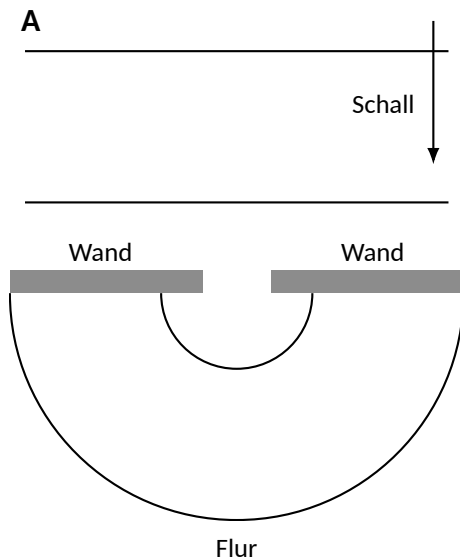
[illegible]

- 3 4.2 Der Motor regt den Spiegel einmal pro Umdrehung an. Beurteilen Sie, ob die starke Vibration bei einer Drehzahl von 720 Umdrehungen pro Minute auftritt, und beurteilen Sie den Vorschlag, das Spiegelgehäuse mit einer zusätzlichen Masse zu beschweren.

[illegible]

BE

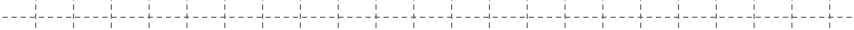
- 5.0** Aus einem Musikraum dringt ein tiefer Ton der Frequenz $f = 170 \text{ Hz}$ als annähernd ebene Welle auf eine $b = 90 \text{ cm}$ breite, offene Tür zu; die Schallgeschwindigkeit beträgt $c = 340 \text{ m/s}$. Die Abbildungen A und B zeigen zwei Vorschläge für die Wellenfronten im Flur hinter der Tür (Draufsicht, nicht maßstäblich).



- 2 **5.1** Berechnen Sie die Wellenlänge λ des Tons.

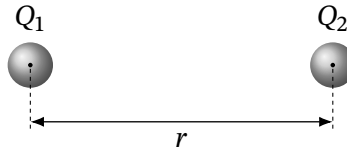
[illegible]

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

A large rectangular area filled with a grid of dashed lines, intended for the student to write their answer. The grid consists of 20 columns and 10 rows of small squares.

BE

- 6.0** Zwei kleine, leitfähig beschichtete Styroporkugeln tragen die Ladungen $Q_1 = -40 \text{ nC}$ und $Q_2 = -25 \text{ nC}$. Ihre Mittelpunkte haben den Abstand $r = 8,0 \text{ cm}$ (siehe Skizze). Die Kugeln werden als Punktladungen betrachtet.



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

[illegible]

- 2 **6.2** 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.

[illegible]

- 2 **6.3** Die Ladung Q_2 wird halbiert und der Abstand r ebenfalls halbiert. Entscheiden Sie, auf welches Vielfache sich der Betrag der Kraft aus 6.1 dadurch ändert.

[illegible]

BE

- 7.0** Ein Modellgenerator aus der Physiksammlung: Eine flache Spule mit $N = 200$ Windungen und der Querschnittsfläche $A = 4,0 \text{ cm}^2$ dreht sich mit der Frequenz $f = 15 \text{ Hz}$ in einem homogenen Magnetfeld der Flussdichte $B = 0,25 \text{ T}$; 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.

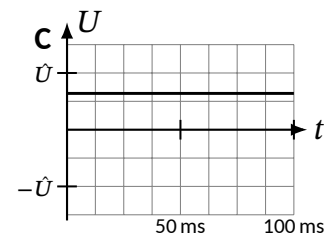
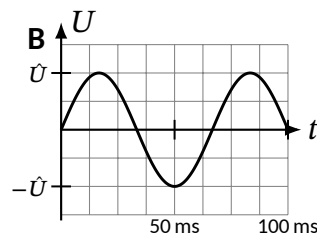
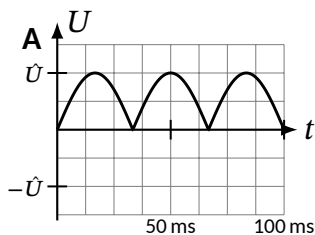
2 **7.1** Berechnen Sie den größten magnetischen Fluss $\hat{\Phi}$ durch die Spule.

[illegible]

2 **7.2** Ermitteln Sie den Scheitelwert $\hat{U}$ der in der Spule induzierten Spannung.

[illegible]

2 **7.3** Entscheiden Sie, welches der Diagramme A bis C den zeitlichen Verlauf der Spannung U an den Anschlüssen des Generators richtig wiedergibt, und begründen Sie Ihre Entscheidung.



BE

- 1.0** Ein Dachdecker (Masse samt Werkzeug $m = 90 \text{ kg}$) ist mit einem Auffanggurt gesichert. Bei einem Sturz vom Dach fällt er zunächst $h = 2,0 \text{ m}$ frei, bis sich das Verbindungsmittel mit Falldämpfer zu dehnen beginnt. Das Verbindungsmittel wird als Feder mit einem linearen Kraftgesetz betrachtet. Der Dachdecker wird als Massenpunkt betrachtet; der Luftwiderstand wird vernachlässigt.

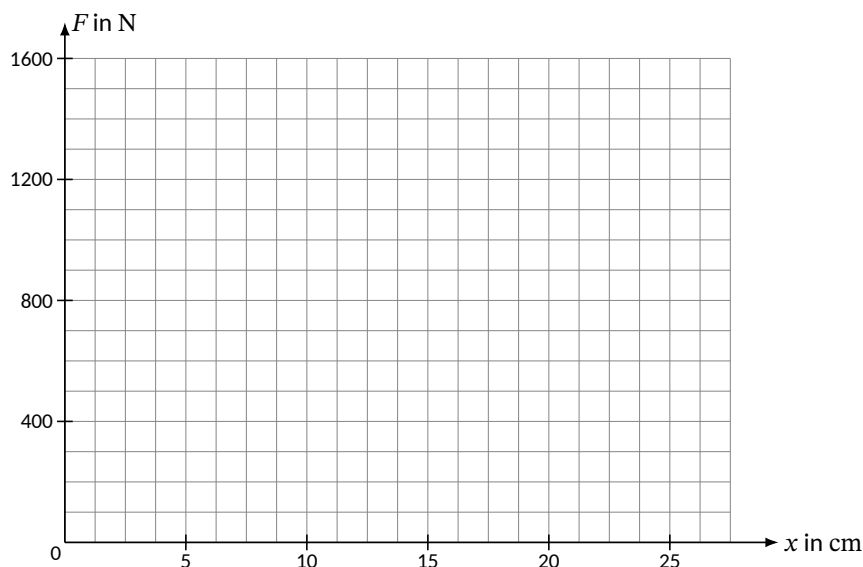


KI-generiert

- 1.1** Berechnen Sie den Betrag der Geschwindigkeit des Dachdeckers in dem Moment, in dem sich das Verbindungsmittel zu dehnen beginnt, sowie die Dauer des freien Falls.
- 1.2 (G)** Für das Verbindungsmittel wurde im Labor der Betrag F der Kraft in Abhängigkeit von der Dehnung x gemessen:

x in cm	5	10	15	20	25
F in N	310	580	920	1 180	1 520

Zeigen Sie durch eine grafische Auswertung im folgenden Diagramm, dass für das Verbindungsmittel ein lineares Kraftgesetz gilt, und bestimmen Sie seine Federhärte D_F .
[mögliches Ergebnis: $D_F = 6,0 \text{ kN/m}$]



- 1.3** Ermitteln Sie mithilfe eines Energieansatzes die größte Dehnung s des Verbindungsmittels und den Betrag der größten Kraft, die es auf den Dachdecker ausübt.
[mögliches Ergebnis: $s = 0,93 \text{ m}$]
- 1.4** Ein Kollege behauptet: „Bei doppelter freier Fallhöhe wird auch der Dachdecker doppelt so stark abgefangen – die Kraft auf ihn verdoppelt sich.“
Nehmen Sie mithilfe einer Rechnung Stellung zu dieser Behauptung.

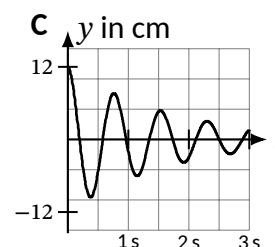
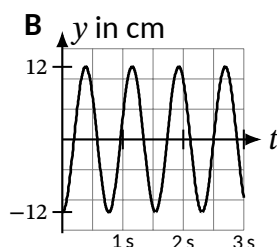
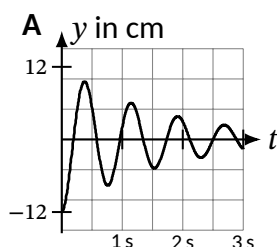
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 4 **1.5** 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 ist die Beschleunigung des Dachdeckers gleich der Fallbeschleunigung.			
Im tiefsten Punkt ist der Dachdecker in Ruhe, also wirken dort keine resultierenden Kräfte auf ihn.			
Ein Verbindungsmittel größerer Federhärte würde die größte Kraft auf den Dachdecker verringern.			
Der Gurt hält diesem Sturz stand.			

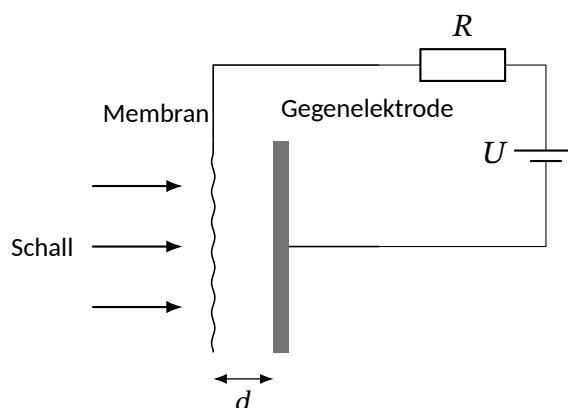
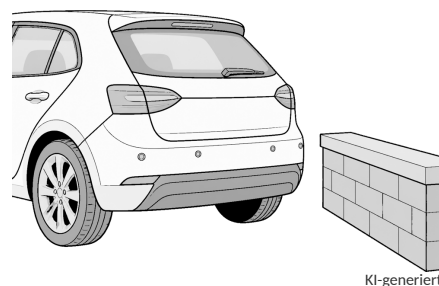
- 2.0 Nach dem Sturz hängt der Dachdecker zunächst ruhig im Gurt. Durch eine Bewegung gerät er in eine senkrechte Schwingung. Die Richtgröße des schwingenden Systems ist gleich der Federhärte des Verbindungsmittels: $D = 6,0 \text{ kN/m}$.
- 2 **2.1** Berechnen Sie die Periodendauer T dieser Schwingung.
- 3 **2.2** Begründen Sie, dass der Dachdecker harmonisch schwingt, obwohl außer der Kraft des Verbindungsmittels auch die Gewichtskraft auf ihn wirkt.
- 3 **2.3** Ein Kollege hängt am selben Verbindungsmittel und schwingt mit der Periodendauer $0,70 \text{ s}$. Ermitteln Sie die Masse des Kollegen samt Werkzeug.
- 4 **2.4** Zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ befindet sich der Dachdecker im tiefsten Punkt ihrer Schwingung, 12 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** Ein Ultraschall-Parksensor empfängt das Echo seiner Signale mit einem kapazitiven Wandler: Eine dünne, leitfähige Membran und eine feste Gegenelektrode bilden einen Plattenkondensator mit der Plattenfläche $A = 1,5 \text{ cm}^2$ und dem Plattenabstand $d = 15 \text{ } \mu\text{m}$ (Luft). Über einen Widerstand R liegt die konstante Spannung $U = 200 \text{ V}$ an. Das Echo bringt die Membran zum Schwingen; dabei ändert sich der Plattenabstand (Skizze nicht maßstäblich).

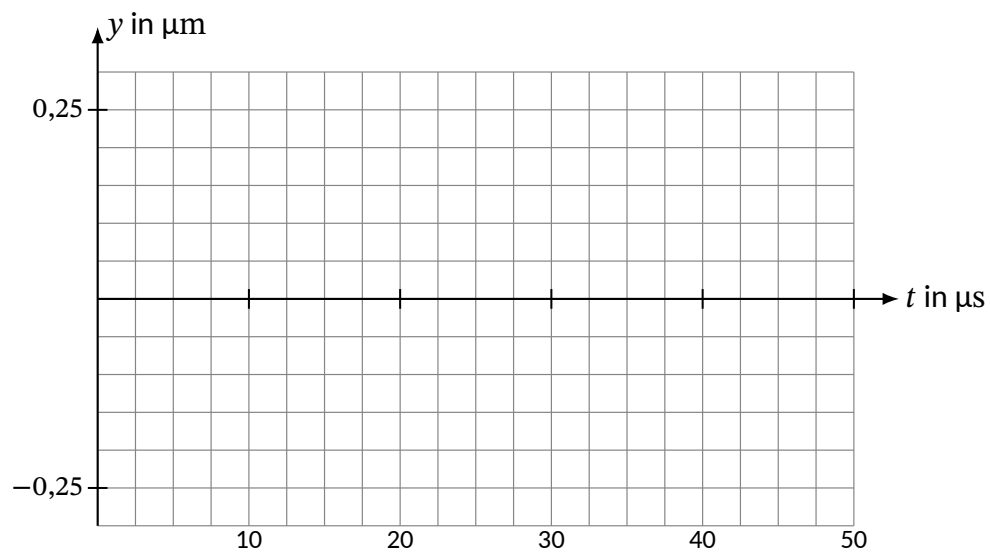


- 2 **1.1** Berechnen Sie die Kapazität C des Kondensators bei ruhender Membran.
[mögliches Ergebnis: $C = 88,5 \text{ pF}$]
- 2 **1.2** Berechnen Sie die Ladung und den Energieinhalt des Kondensators bei ruhender Membran.
- 3 **1.3** Bei einem starken Echo schwingt die Membran so, dass der Plattenabstand zwischen $14 \text{ } \mu\text{m}$ und $16 \text{ } \mu\text{m}$ schwankt; die Spannung bleibt dabei 200 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** Für einen empfindlicheren Sensor soll der Kondensator bei gleicher Plattenfläche die Kapazität 100 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 proportional zur Plattenfläche ist. Geben Sie dabei den Aufbau, die Messgrößen und die Auswertung an.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 2.0 Der Sensor arbeitet mit Ultraschall der Frequenz $f = 40 \text{ kHz}$; die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt $c = 340 \text{ m/s}$. Die Mitte der Membran schwingt harmonisch mit der Amplitude $\hat{y} = 0,25 \text{ }\mu\text{m}$. Zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ befindet sie sich im unteren Umkehrpunkt (Orientierung: nach oben positiv).
- 2 2.1 Berechnen Sie die Wellenlänge λ des Ultraschalls 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 der größten Geschwindigkeit und der größten Beschleunigung der Membranmitte.
- 3 2.4 (G) Zeichnen Sie den Graphen der Funktion $y(t)$ für $0 \leq t \leq 50 \text{ }\mu\text{s}$ in das Diagramm.



- 3 2.5 Ein anderer Sensor arbeitet mit 20 kHz ; seine Membran schwingt mit derselben Amplitude. Entscheiden Sie ohne Rechnung, wie sich die Beträge der größten Geschwindigkeit und der größten Beschleunigung der Membranmitte ändern, und begründen Sie Ihre Entscheidung.

30

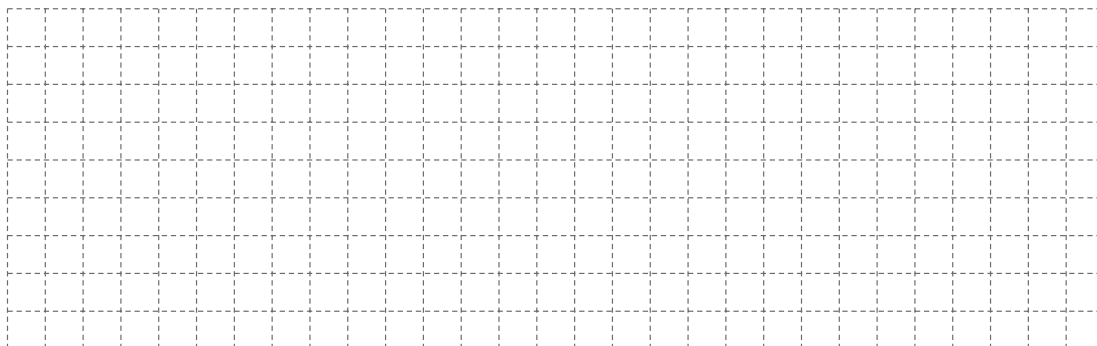
BE

- 1.0** Ein Rollerfahrer fährt mit seinem Motorroller (Masse von Fahrer und Roller zusammen $m = 180 \text{ kg}$) mit der konstanten Geschwindigkeit vom Betrag $v = 36 \text{ km/h}$ durch eine Kurve mit dem Radius $r = 40 \text{ m}$ auf waagrechter Straße. Fahrer und Roller werden als ein Körper betrachtet, dessen Masse im gemeinsamen Schwerpunkt vereinigt ist.



KI-generiert

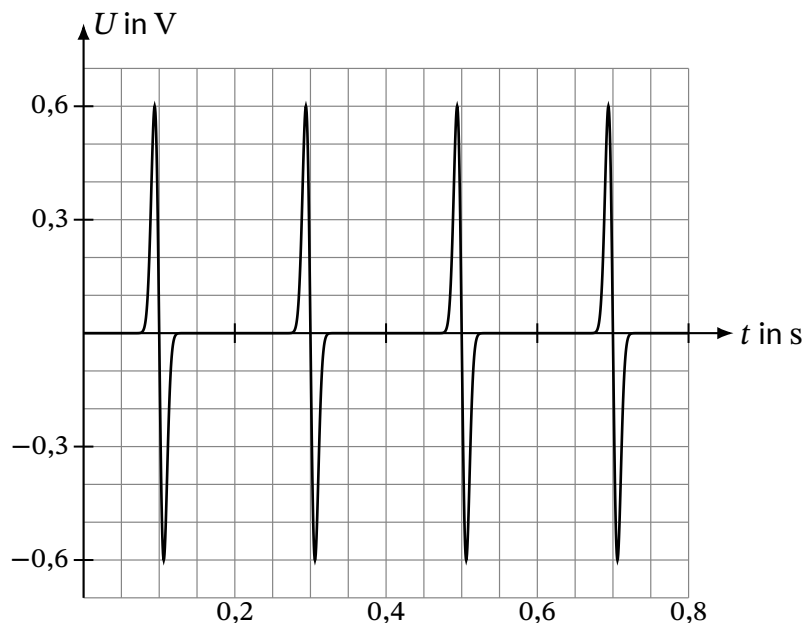
- 2 **1.1** Berechnen Sie den Betrag der Zentripetalkraft, die bei dieser Kurvenfahrt nötig ist.
- 2 **1.2** Erklären Sie, warum sich der Fahrer in die Kurve legen muss.
- 4 **1.3 (G)** Ermitteln Sie mithilfe eines Kräfteplans (Maßstab: $500 \text{ N} \hat{=} 1,0 \text{ cm}$) den Winkel gegenüber der Senkrechten, um den sich der Fahrer in die Kurve legen muss.



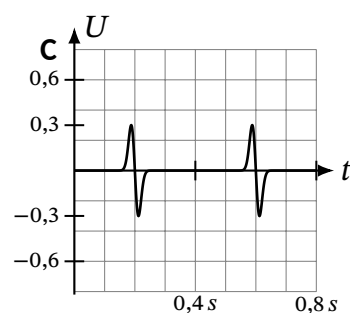
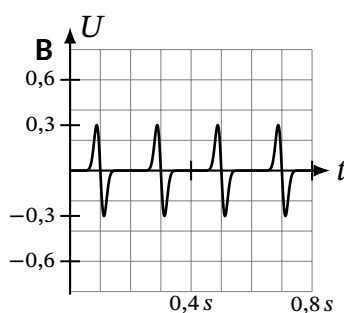
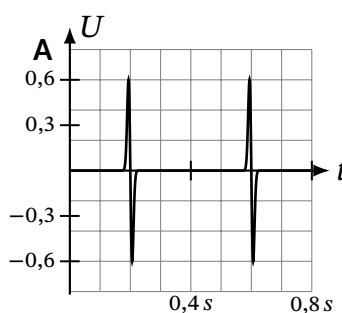
- 3 **1.4** Auf trockenem Asphalt kann die Straße quer zur Fahrtrichtung eine Haftkraft vom Betrag höchstens $1,2 \text{ kN}$ auf den Roller ausüben. Ermitteln Sie die größte Geschwindigkeit in $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, mit der der Fahrer diese Kurve durchfahren kann.
- 3 **1.5** Bei Nässe halbiert sich die größtmögliche Haftkraft. Ein Ratgeber empfiehlt: „Bei Nässe Kurven um ein Fünftel langsamer fahren als bei Trockenheit.“ Beurteilen Sie diese Empfehlung für die Kurve aus 1.0.

BE

- 2.0** Der Roller misst seine Geschwindigkeit mit einem Sensor: An der Felge des Vorderrads sitzt ein kleiner Dauermagnet, der bei jeder Radumdrehung an einer Spule mit $N = 400$ Windungen an der Gabel vorbeiläuft. Der Umfang des Rads beträgt $u = 1,50$ 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 der Geschwindigkeit des Rollers.
- 2.3** Der Fahrer fährt nun halb 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 $1,60$ 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 $4,0$ ms um $6,0 \mu\text{Wb}$ 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.