

2026

STARK
Prüfung

**MEHR
ERFAHREN**

FOS • B

Bayern

Physik

- ✓ Fachabitur-Prüfungsaufgaben
mit Lösungen
- ✓ Zusätzliche Übungsaufgaben
zum Download
- ✓ Interaktives Training



Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Stichwortverzeichnis

Hinweise zur Fachabiturprüfung in Physik

1	Allgemeine Hinweise	I
2	Fachspezifische Hinweise	II
3	Methodische und praktische Hinweise	IV
4	Operatoren	VIII
5	Zum Umgang mit diesem Buch	XI

Fachabitur-Prüfungsaufgaben 2021

Pflichtaufgabengruppe P:	t-v-Diagramm einer geradlinigen Bewegung; senkrechter Wurf; Feder-Schwependel mit Zeigerdiagrammen; mechanische Querwelle; elektr. Feldlinienbild dreier Punktladungen ...	2021-1
Wahlaufgabengruppe W1:	Wasserrutsche (geneigte Ebene, Kreisbewegung, schiefer Wurf mit Bahngleichung, Auftreffstelle und Steigdauer)	2021-16
Wahlaufgabengruppe W2:	Plattenkondensator (Kapazität, Ladungsvorgang, Potenzialverlauf); Bewegung eines geladenen Körpers im homogenen und radialsymmetrischen elektrischen Feld	2021-25
Wahlaufgabengruppe W3:	Kurvenfahrt eines ICE mit Kurvenüberhöhung; Wasserwellen in der Wellenwanne (unterschiedliche Ausbreitungsgeschwindigkeiten bei großer Wassertiefe; Interferenzaufgaben bei geringer Wassertiefe) ...	2021-33

Fachabitur-Prüfungsaufgaben 2022

Pflichtaufgabengruppe P:	Vektorieller Stoß zweier Fahrzeuge; Stoß zweier Gleiter; geostationärer Satellit; harmonisch schwingender Körper; geladenes Staubteilchen im elektrischen Feld	2022-1
Wahlaufgabengruppe W1:	Tischkicker (geneigte Ebene, zentraler Stoß, schräger Wurf mit Bahngleichung)	2022-15
Wahlaufgabengruppe W2:	Lastenkran mit Laufkatze (geradlinig-gleichförmige Bewegung, harmonische Schwingung); stehende Schallwellen in Zylinderröhren	2022-24
Wahlaufgabengruppe W3:	Spannungswaage	2022-34

Fachabitur-Prüfungsaufgaben 2023

Pflichtaufgabengruppe P:	Kreisbewegung einer Kugel; Federpendel; Metallstab und Metallplatte im elektrischen Feld; Seilwelle	2023-1
Wahlaufgabengruppe W1:	MTB-Fahrer überquert Hügel (Energiebetrachtung, Kräfteplan, Geschwindigkeit); Wolke-Erde-Kon- densator (Spannung, Kapazität, Feldenergie, Masse eines schwebenden Wassertropfens)	2023-17
Wahlaufgabengruppe W2:	Raumstation (Massenbestimmung in Schwerelosig- keit, harmonische Schwingung); gezupfte Gitarren- saite (Grund- und Oberschwingungen: Wellenlängen, Frequenzen, Ausbreitungsgeschwindigkeit)	2023-26
Wahlaufgabengruppe W3:	Behälter mit Flüssigkeit: Messung der Füllhöhe mittels Plattenkondensator (Kapazität, Permittivi- tätszahl, Feldenergie; Kräfte auf geladenes Teilchen, Bahnkurve)	2023-35

Fachabitur-Prüfungsaufgaben 2024

Pflichtaufgabengruppe P:	Lineare Bewegung zweier Körper; Kreisbewe- gung in einer vertikalen (aufrechten) Rinne; Plattenkondensator; schräger Wurf; Kompass im Erdmagnetfeld	2024-1
Wahlaufgabengruppe W1:	Paketförderanlage (Geschwindigkeit, Gleitreibung, Kurvenfahrt); Induktionsspule im homogenen Magnetfeld (Induktionsspannung und -strom; Spulen- geschwindigkeit, Energie)	2024-17

Wahlaufgabengruppe W2:	Rüttelsieb (harmonische Schwingung: Frequenz, Schwingungsdauer, Richtgröße); Newton-Pendel (Energie- und Impulserhaltung)	2024-26
Wahlaufgabengruppe W3:	Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld (Experiment mit Auswertung); Wellenschwimmbad (mechanische Wellen: Amplitude, Wellenlänge, Interferenz am Doppelspalt)	2024-34

Fachabiturprüfung 2025 www.stark-verlag.de/mystark

Sobald die Original-Prüfungsaufgaben 2025 freigegeben sind, können sie als PDF auf der Plattform MySTARK heruntergeladen werden.

Digitale Inhalte auf MySTARK



Fachabitur-Prüfungsaufgaben 2025

Die Original-Prüfungsaufgaben 2025 stehen Ihnen auf der Plattform MySTARK als PDF zum Download zur Verfügung.



Übungsaufgaben

Sie bieten zusätzliches Übungsmaterial zu allen prüfungsrelevanten Themen des Fachabiturs.



Interaktives Training

Ihr Coach zum Erfolg: Mit dem **interaktiven Training** erhalten Sie online auf MySTARK Aufgaben und Lernvideos zu allen relevanten Themengebieten des Physikfachabiturs. Am besten gleich ausprobieren!

Den Zugangscode zu MySTARK (www.stark-verlag.de/mystark) finden Sie vorne in diesem Buch.

Lösungen der Fachabitur-Prüfungsaufgaben: Joachim Klöver

Lösungen der Übungsaufgaben (online): Gerhard Schindler; Joachim Klöver

Vorwort

Liebe Schülerinnen und Schüler,

dieses Buch bietet Ihnen die Möglichkeit, sich optimal auf die Fachabiturprüfung zum Erwerb der **Fachhochschulreife an Fachoberschulen und Berufsoberschulen im Fach Physik der 12. Klasse in Bayern** vorzubereiten.

- In den allgemeinen **Hinweisen und Tipps zur Fachabiturprüfung** finden Sie Informationen zu Ablauf, Struktur und Inhalt der Prüfung, dazu viele weitere Tipps, die Ihnen beim Lösen der Prüfungsaufgaben helfen werden.
- Den Hauptteil des Buches bildet eine Aufgabensammlung – basierend auf prüfungsrelevanten Originalaufgaben früherer Jahrgänge –, die passgenau die Erfordernisse der Fachabiturprüfung abbildet. Sie finden im Einzelnen:
 - die vollständigen **Original-Fachabiturprüfungen** der Jahrgänge 2021 bis 2024.
 - die **Fachabiturprüfung 2025**. Sie steht auf MySTARK als PDF zum Download zur Verfügung.
 - **Übungsaufgaben** zu allen prüfungsrelevanten Themen des Fachabiturs. Sie stehen ebenfalls online auf MySTARK zur Verfügung.
 - ausführliche **Lösungsvorschläge**. Sie zeigen Ihnen die eigentlichen Zusammenhänge auf und helfen Ihnen, die Lösungsidee und die einzelnen Lösungsschritte besser zu verstehen.
 - Die den Lösungsvorschlägen vorangestellten **Lösungshinweise** unterstützen Sie darin, selbstständig die Lösung zu finden. Sie lenken Ihren Blick auf den Kern der Aufgabe und zeigen die Richtung eines möglichen Lösungsweges auf.
- Das zweigeteilte **Stichwortverzeichnis** (alphabetisch bzw. thematisch geordnet) ermöglicht Ihnen die gezielte Suche nach bestimmten Inhalten.

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg bei der Fachabiturprüfung!



Joachim Klöver

Hinweise und Tipps zur Fachabiturprüfung

1 Allgemeine Hinweise

Schulsituation

Zur Beruflichen Oberschule gehören die Fachoberschule (FOS) und die Berufsoberschule (BOS).

Voraussetzung für den Besuch der Beruflichen Oberschule ist ein mittlerer Schulabschluss, wobei den Leistungen in den Fächern Deutsch, Englisch und Mathematik eine besondere Bedeutung zukommt. Für den Besuch der BOS ist zusätzlich eine abgeschlossene Berufsausbildung Voraussetzung. In die Vorklasse der BOS können unter bestimmten Voraussetzungen auch Schüler aufgenommen werden, die noch keinen mittleren Schulabschluss haben, den sie bei entsprechenden Leistungen dann dort erwerben.

Die Berufliche Oberschule umfasst die Jahrgangsstufen 11, 12 und 13. Mit dem Erwerb des Fachabiturs nach der 12. Jahrgangsstufe kann der Bildungsgang beendet werden.

Der Besuch der 13. Jahrgangsstufe hat das Ziel die fachgebundene Hochschulreife (nur Englisch als Fremdsprache) oder auch die allgemeine Hochschulreife (mit einer zweiten Fremdsprache) zu erwerben. Damit ist die Berufliche Oberschule eine gleichwertige Alternative zur gymnasialen Oberstufe.

Die schriftliche Prüfung wird in den Fächern Deutsch, Englisch, Mathematik und in einem für die jeweilige Ausbildungsrichtung (Agrarwirtschaft, Bio- und Umwelttechnologie; Gestaltung; Gesundheit; internationale Wirtschaft; Sozialwesen; Technik; Wirtschaft und Verwaltung) charakteristischen Profulfach abgelegt. Für die Ausbildungsrichtung Technik ist Physik das vierte schriftlich geprüfte Fach.

Prüfungen

Die Aufgaben der schriftlichen Fachabiturprüfung werden zentral vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus gestellt. Aufgaben zur mündlichen Prüfung stellt jede Schule bzw. die Fachlehrkraft in eigener Verantwortung. Mündliche Prüfungen sind in aller Regel freiwillig und bieten damit die Möglichkeit, die Prüfungsnote zu verbessern. Bewertet wird mit dem Punktesystem.

Für die schriftliche Prüfung im Fach **Physik** gilt folgendes:

- Die Prüfung besteht aus einem Pflichtteil (P) und drei Wahlteilen (W).
- Für die Schülerinnen und Schüler besteht keine Auswahlmöglichkeit. Die Fachlehrkraft wählt aus den drei gestellten Wahlteilen zwei aus, die bearbeitet werden müssen. Der Pflichtteil ist für alle Schülerinnen und Schüler gleich.
- Die Arbeitszeit beträgt 180 Minuten.
- Die Bearbeitung der Prüfungsaufgaben erfolgt unter der Verwendung von zugelassenen Hilfsmitteln (Taschenrechner und Formelsammlung). Unter dem Link www.isb.bayern.de/schularten/berufliche-schulen/berufliche-oberschule/materialien/formelsammlung/ finden Sie eine digitale Fassung der vom Institut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB) erstellten, offiziell zugelassenen Formelsammlung. Beachten Sie, dass in der Prüfung nur die gedruckte Version der Formelsammlung verwendet werden darf.
- Bei jeder Teilaufgabe sind die erreichbaren Bewertungseinheiten (BE) angegeben.
- Es sind insgesamt maximal 100 BE zu erreichen (40 BE im Pflichtteil und jeweils 30 BE in den beiden Wahlteilaufgaben).
- Die erzielten Bewertungseinheiten werden wie folgt in Punkte umgerechnet:

BE	0–19	20–26	27–33	34–40	41–45	46–50	51–55	56–60
Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7

BE	61–65	66–70	71–75	76–80	81–85	86–90	91–95	96–100
Punkte	8	9	10	11	12	13	14	15

2 Fachspezifische Hinweise

Die folgende Auflistung gibt Ihnen einen Überblick über den prüfungsrelevanten Stoff (sie ersetzt nicht den Lehrplan). Zwar lassen sich hieraus noch keine Schlüsse über Breite und Tiefe der Anforderungen in den Prüfungsaufgaben ziehen, doch gibt die Zusammenstellung Ihnen alle für die Prüfung wichtigen Themen und Begriffe zur Hand, sodass sie als inhaltlicher Leitfaden für Ihre Vorbereitung dienen kann.

Bitte beachten Sie: Aufgrund der besonderen, coronabedingten Lernsituation in den Schuljahren 2019/20 und 2020/21 wurde in den Fachabiturprüfungen 2021 bis 2023 der Themenbereich *Elektromagnetische Induktion* nicht geprüft (vgl. die nachfolgende Auflistung des prüfungsrelevanten Stoffs). Um speziell diesen Stoff zu üben, eignen sich neben der im Buch abgedruckten Fachabituraufgabe 2024/W1/2 sehr gut die Übungsaufgaben 8–10, die Ihnen online auf MySTARK zur Verfügung stehen.

Beschreibung von Bewegung

- Abhängigkeit der Beschreibung von der Wahl des Bezugssystems
- Ein- und zweidimensionale Bewegungen (Ortsvektor, -koordinate, Ortsveränderung, Vektorcharakter der Geschwindigkeit und der Beschleunigung)
- mittlere und momentane Geschwindigkeit und Beschleunigung (auch für lineare Bewegungen mit nicht konstanter Beschleunigung)
- Koordinatengleichungen für die geradlinige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit bzw. konstanter Beschleunigung; zugehörige Diagramme
- Freier Fall
- Schiefer Wurf

Dynamik

- Masse und Kraft
- Newtonschen Gesetze
- Reibungskraft
- Kräftepläne
- Impuls als Vektorgröße, Gesetz der Impulserhaltung
- Antriebs- und Bremsvorgänge für Bewegungen auf horizontaler und geneigter Ebene mit und ohne Reibung

Arbeit, Energie

- Arbeit bei konstanter und nicht konstanter Kraft
- Zusammenhang zwischen Arbeit und Energie
- mechanische Energieformen
- Erhaltung der mechanischen Gesamtenergie in einem abgeschlossenen, reibungsfreien System

Kreisbewegung und Gravitation

- Kreisbewegung mit konstanter Winkelgeschwindigkeit
- Umlaufdauer, Frequenz, Drehwinkel im Bogenmaß, Winkelgeschwindigkeit
- Ortsvektor, Betrag und Richtung der Bahngeschwindigkeit, Zentripetalbeschleunigung und Zentripetalkraft
- Kurvenfahrt
- Gravitationsgesetz von Newton
- geostationärer Satellit

Mechanische Schwingungen und Wellen

- Amplitude, Elongation, Periodendauer, Frequenz, Rückstellkraft
- Koordinatengleichungen für Elongation, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Rückstellkraft sowie die zugehörigen Diagramme
- Energieumwandlungen
- Entstehung und Ausbreitung von Längs- und Querwellen, Wellenfront
- Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit
- Beugung am Einfachspalt, Elementarwelle, ebene Welle
- Gleichung der fortschreitenden harmonischen Querwelle, Momentanbilder
- Beugung und Interferenz am Doppelspalt, konstruktive und destruktive Interferenz ebener Kreiswellen (Wasser und Schall)
- stehende Wellen

Klassische Felder

- Feldlinienbilder von elektrischen Feldern
- elektrische Feldstärke, elektrische Ladung, elektrisches Kraftgesetz, Coulombkraft, Coulombfeld, homogenes elektrostatisches Feld
- potenzielle Energie, Potenzial, Spannung
- Kapazität eines Kondensators, Energieinhalt des zugehörigen elektr. Feldes
- Feldlinienbilder von magnetischen Feldern
- magnetische Flussdichte, magnetisches Kraftgesetz (Dreifingerregel)
- magnetischer Dipol, Elementarmagnet
- magnetische Flussdichte einer langgestreckten Spule

Elektromagnetische Induktion (2021 bis 2023 nicht prüfungsrelevant)

- der magnetische Fluss
- Induktionsgesetz in differenzieller Form
- Regel von Lenz
- Selbstinduktion, Induktivität
- Energieinhalt des Magnetfeldes einer langgestreckten Spule

Neben diesen physikalischen Inhalten sollen Sie in Ihrer Schulzeit auch fachliche und methodische **Kompetenzen** erlernen.

Zu den **fachlichen** Kompetenzen werden der Erwerb, die Wiedergabe, die Einordnung, die kritische Reflexion sowie die Beurteilung von physikalischem Wissen gezählt. Die **methodischen** Kompetenzen beziehen sich auf die Art der physikalischen Erkenntnisgewinnung und deren Darstellung. Über diesen beiden Kompetenzen stehen die allgemeinen und vielfältigen Kompetenzen der **Kommunikation** und **Bewertung**.

In den Prüfungsaufgaben wird sowohl ein breites Spektrum der fachlichen Inhalte als auch der Kompetenzen abgeprüft. Der Pflichtteil bezieht sich dabei auf ein sehr breites Spektrum von Kompetenzen, denen Inhalte aus mehreren Schwerpunkten zugrunde liegen. Diese können sich auf reines Grundwissen beziehen, aber auch die erworbenen Fähigkeiten abprüfen. In den einzelnen Wahlteilen wird es sich eher um zusammenhängende Teilaufgaben eines Problems handeln, die aber inhaltlich durchaus weitgefächert und stoffübergreifend sein können. Es ist auch nicht auszuschließen, dass innerhalb eines Wahlteils mit 30 BE zwei Themenbereiche kombiniert werden.

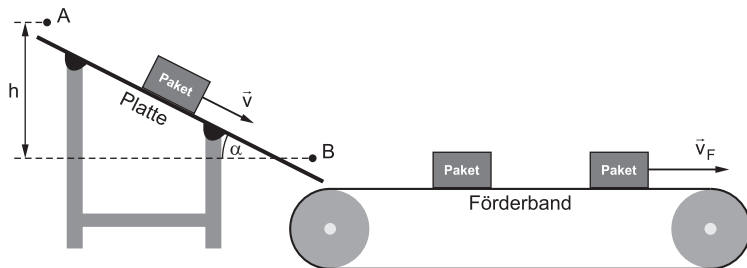
3 Methodische und praktische Hinweise

- **Vorbereitungszeit:** Wie der vorige Abschnitt zeigt, erstreckt sich der abprüfbare Stoff auf einen umfangreichen Themenkatalog, zum Teil auf Inhalte, die zeitlich weit vor dem Prüfungstermin besprochen werden. Sie lassen sich zwar wenige Tage vor der Prüfung auffrischen (geht nur, wenn schon etwas da ist), aber nicht mehr gründlich aneignen. Klammern Sie sich auch nicht zu sehr an die Formelsammlung und den Taschenrechner – sie sind wichtige Hilfsmittel, können aber die gründliche Vorbereitung nicht ersetzen. Das notwendige physikalische Wissen und Verständnis lässt sich nur durch kontinuierliches Arbeiten erwerben.

- 1.0** In einer Fabrik sollen gleichartige Pakete auf einer Förderanlage transportiert werden.

Die Pakete starten aus der Ruhe, wobei deren Schwerpunkt im Punkt A ist. Danach gleiten die Pakete eine Platte hinab (Gleitreibungszahl μ_G). Befinden sich die Schwerpunkte der Pakete im Punkt B, so treffen sie auf ein horizontal verlaufendes Förderband. Der Höhenunterschied zwischen diesen beiden Punkten ist h . Der Abschnitt der Förderanlage ist unten in der nicht maßstabsgetreuen Skizze dargestellt.

Auf dem Förderband haben die Pakete dann die Geschwindigkeit \vec{v}_F mit dem konstanten Betrag $v_F = 1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Die Platte ist um den festen Winkel $\alpha = 25^\circ$ gegenüber der Horizontalen geneigt.



- 1.1.0** In einer Versuchsreihe wird für verschiedene Werte von h der Betrag v_B der Geschwindigkeit \vec{v}_B der Pakete unmittelbar vor dem Auftreffen auf das Förderband im Punkt B bestimmt:

h in cm	10	20	30	40	50
v_B in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	0,53	0,75	0,90	1,06	1,18

- 1.1.1** Zeigen Sie mithilfe einer grafischen Auswertung, dass $v_B = k \cdot \sqrt{h}$ gilt, und bestimmen Sie die Proportionalitätskonstante k mithilfe des Graphen.

[mögliches Ergebnis: $k = 1,7 \frac{\sqrt{\text{m}}}{\text{s}}$]

6

- 1.1.2** Die optimale Höhe h_0 des Punktes A liegt vor, wenn $v_B = v_F$ ist. Ermitteln Sie h_0 mithilfe Ihres Diagramms aus 1.1.1.

2

- 1.1.3** Es gilt:

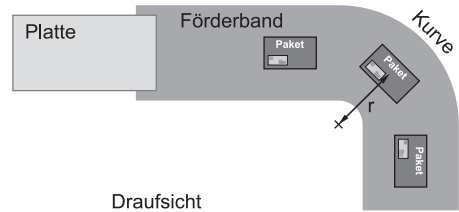
$$v_B = \sqrt{2g \cdot h \cdot \left(1 - \frac{\mu_G}{\tan \alpha}\right)}$$

Dabei ist g der Betrag der Fallbeschleunigung. Ein Nachweis der Formel ist nicht erforderlich!

Berechnen Sie μ_G unter Verwendung der Konstanten k aus 1.1.1.

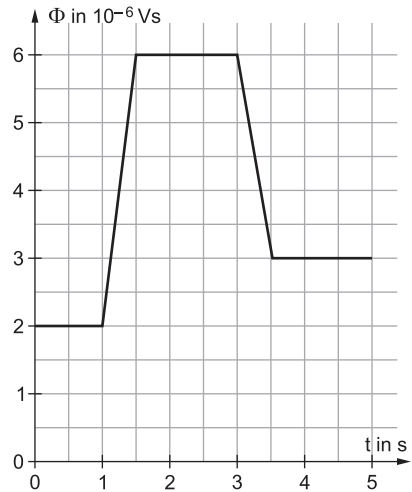
4

- 1.2.0** Im weiteren Verlauf führt das Förderband die Pakete durch eine Kurve. Dabei bewegen sich die Schwerpunkte der Pakete auf einem Kreisbogen mit dem Radius r . Der Betrag der Bahngeschwindigkeit der Pakete ist $v_F = 1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Die Haftreibungszahl für die Reibung zwischen Paket und Förderband beträgt $\mu_H = 0,50$.



- 1.2.1** Berechnen Sie denjenigen Radius r_0 des Kreisbogens, bei dem ein Paket gerade noch diesen Kreisbogen durchfährt, ohne wegzurutschen. **4**
- 1.2.2** Begründen Sie, warum das Paket bei einem kleineren als dem in 1.2.1 berechneten Radius r_0 unter sonst gleichen Bedingungen zu rutschen beginnt. **2**

- 2.0** Eine flache Induktionsspule mit quadratischem Querschnitt hat $N_i = 150$ Windungen und die Kantenlänge $f = 10 \text{ cm}$. Sie wird mit der konstanten Geschwindigkeit \bar{v} parallel zu der horizontal verlaufenden x -Achse bewegt, wobei die x -Achse parallel zur Kante der Länge ℓ der Spule liegt. Längs dieses Weges befinden sich drei unterschiedliche homogene Magnetfelder, die direkt aneinandergrenzen und deren Feldlinien jeweils senkrecht zur Spulenebene stehen. Die Enden der Induktionsspule sind zunächst nicht miteinander verbunden. Bei der Bewegung der Spule durch die Magnetfelder ergibt sich im Zeitintervall $0 \leq t \leq 5,0 \text{ s}$ der nebenstehende Verlauf des magnetischen Flusses Φ durch die Spule.



- 2.1** U_i ist die an den Enden der Induktionsspule entstehende Induktionsspannung. Zeichnen Sie nach Berechnung notwendiger Induktionsspannungen das zu erwartende t - U_i -Diagramm für $0 \leq t \leq 5,0 \text{ s}$. **7**

- 2.2** Die Enden der Spule werden nun kurzgeschlossen. Die Spule mit dem ohmschen Widerstand R wird erneut entsprechend 2.0 durch die Magnetfelder gezogen. Sämtliche mechanischen Reibungseffekte sind vernachlässigbar klein. 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.

	wahr	falsch	nicht entscheidbar
Der Induktionsstrom in der Spule hat bei $t_1 = 1,25$ s und $t_2 = 3,25$ s die gleiche Orientierung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zum Zeitpunkt $t_3 = 4,0$ s ist keine Zugkraft parallel zur x-Achse notwendig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Zeitintervall $0 \leq t \leq 5,0$ s finden bei diesem Vorgang keine Energieumwandlungen statt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3

- 2.3** Ermitteln Sie mithilfe des Diagramms den Betrag der konstanten Geschwindigkeit \bar{v} der Induktionsspule.

2
30

TIPP Lösungshinweise zur Aufgabengruppe W1

Teilaufgabe 1.1.1

Schauen Sie sich die zu bestätigende Gleichung genau an. Dieser Gleichung können Sie entnehmen, wie die Achsen Ihres Koordinatensystems zu bezeichnen sind, um die notwendige Ursprungsgerade nachzuweisen. Vergessen Sie nicht, die richtigen Schlussfolgerungen zu ziehen.

Teilaufgabe 1.1.2

Voraussetzung für diese Aufgabe ist Ihr Diagramm aus 1.1.1. Diesem müssen Sie hierbei $\sqrt{h_0}$ für die vorgegebene Geschwindigkeit entnehmen. Berechnen Sie anschließend daraus den Wert für h_0 . Achten Sie auf die richtigen zugehörigen Einheiten!

Teilaufgabe 1.1.3

Entweder Sie setzen die Formel aus 1.1.3 mit der aus 1.1.1 gleich und stellen diese nach μ_G um oder Sie schreiben die in 1.1.3 gegebene Formel unter Beachtung algebraischer Regeln in der Form $v_B = k \cdot \sqrt{h}$ auf und führen einen Koeffizientenvergleich durch. Für die Berechnung von μ_G müssen Sie Ihr Ergebnis aus 1.1.1 für k oder besser das angegebene Ergebnis für k verwenden.

Teilaufgabe 1.2.1

Bei der Bewegung auf der Kreisbahn ist die Zentripetalkraft die entscheidende Kraft. Diese ist im vorliegenden Fall die Haftreibungskraft des Pakets zwischen Paket und Förderband. Mit dem zugehörigen Kraftansatz sollten Sie die Aufgabe lösen können.

Teilaufgabe 1.2.2

Überlegen Sie, wie die Zentripetalkraft vom Radius der Kreisbahn abhängt und was eine Verringerung des Radius dementsprechend bewirkt. Bedenken Sie weiterhin, dass die Haftreibungskraft einen bestimmten, maximalen Wert nicht überschreiten kann.

Teilaufgabe 2.1

Hier müssen Sie das Induktionsgesetz in differenzieller Form berücksichtigen. Überlegen Sie, wann eine Spannung in der Induktionsspule induziert wird und wann diese null ist. Berechnen Sie die Spannungen mit dem Induktionsgesetz.

Teilaufgabe 2.2

Aufgrund der nun kurzgeschlossenen Enden der Induktionsspule bewirkt die Induktionsspannung einen Stromfluss durch die Spule. Über die zugehörige Stromrichtung gibt das Lenz'sche Gesetz Auskunft. Außerdem wirkt auf einen stromdurchflossenen Leiter innerhalb eines magnetischen Feldes auch eine Kraft („Drei-Finger-Regel“).

Teilaufgabe 2.3

Berücksichtigen Sie hierzu, dass die Induktionsspule mit konstanter Geschwindigkeit durch die Magnetfelder gezogen wird und dass Sie die Abmessung der Induktionsspule sowie die Zeitintervalle kennen, in denen sich der magnetische Fluss durch die Spule ändert.

1.1.1 Zusammenhang zwischen v_B und h

TIPP Vorüberlegung: Das Ziel bei einer grafischen Auswertung ist immer, eine (Ursprungs-)Gerade zu erzeugen, denn nur diese können Sie eindeutig als eine solche identifizieren. Normalerweise müsste man probieren, bei welchen Achsenbezeichnungen (z. B. h - v -Diagramm oder \sqrt{h} - v -Diagramm oder ...) das zugehörige Diagramm eine Ursprungsgerade ergibt. Im vorliegenden Fall sollen Sie aber die Gleichung $v_B = k \cdot \sqrt{h}$ bestätigen. Sie können also davon ausgehen, dass diese Gleichung stimmt. Dementsprechend können Sie dieser Gleichung gemäß der mathematischen Gleichung einer Ursprungsgeraden ($y = k \cdot x$) entnehmen, dass \sqrt{h} an der x-Achse (Abszisse) und v_B an der y-Achse (Ordinate) anzutragen ist. Beachten Sie dabei auch die zugehörigen Einheiten. Eine vorherige Berechnung und Angabe der Werte für \sqrt{h} ist durchaus empfehlenswert. Aufgrund der sich ergebenden Ursprungsgerade können Sie anschließend daraus schlussfolgern, dass die Größen der Achsenbezeichnungen direkt proportional zueinander sind. Aus dieser Proportionalität können Sie dann auf die im Aufgabentext angegebene Gleichung schließen; die Proportionalitätskonstante k entspricht dabei der Steigung der Ursprungsgeraden.

Erweiterte Wertetabelle:

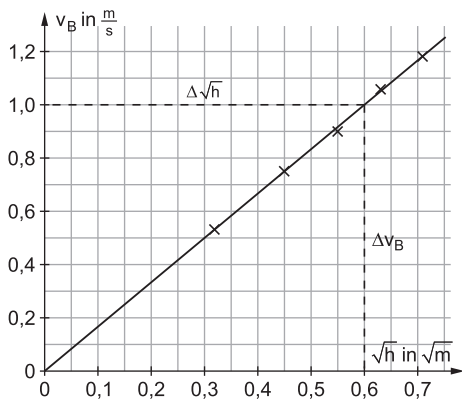
h in cm	10	20	30	40	50
\sqrt{h} in \sqrt{m}	0,32	0,45	0,55	0,63	0,71
v_B in $\frac{m}{s}$	0,53	0,75	0,90	1,06	1,18

Im Rahmen der Mess- und Zeichengenauigkeit liegen die zu den Messwerten gehörenden Punkte im \sqrt{h} - v_B -Diagramm auf einer Ursprungsgeraden. Daraus folgt $v_B \sim \sqrt{h}$, also die Behauptung:

$$\underline{v_B = k \cdot \sqrt{h}}$$

Mit einem Steigungsdreieck erhält man für die Steigung k :

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{\Delta v_B}{\Delta \sqrt{h}} \\
 &= \frac{1,0 \frac{m}{s}}{0,60 \sqrt{m}} = \underline{\underline{1,7 \frac{\sqrt{m}}{s}}}
 \end{aligned}$$



1.1.2 Optimale Höhe h_0

TIPP Vorüberlegung: Suchen Sie in Ihrem Diagramm von 1.1.1 den Punkt, der zu $v_B = v_F = 1,0 \text{ m/s}$ gehört, und lesen Sie die zugehörige Höhe ab – allerdings zunächst als \sqrt{h} in $\sqrt{\text{m}}$. Durch Quadrieren erhalten Sie dann h in m .

Aus dem Diagramm liest man für $v_B = v_F = 1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ab:

$$\sqrt{h_0} = 0,60 \sqrt{\text{m}} \Rightarrow \underline{\underline{h_0 = 0,36 \text{ m}}}$$

HINWEIS: Kleine Abweichungen für den Wert von $\sqrt{h_0}$ sind hier aufgrund der Ungenauigkeit des Graphen durchaus möglich.

1.1.3 Gleitreibungszahl μ_G

Variante 1: Gleichsetzen der Terme für v_B

$$k \cdot \sqrt{h} = \sqrt{2g \cdot h \cdot \left(1 - \frac{\mu_G}{\tan \alpha}\right)} \quad |^2$$

$$k^2 \cdot h = 2g \cdot h \cdot \left(1 - \frac{\mu_G}{\tan \alpha}\right) \quad | : (2g \cdot h)$$

$$\frac{k^2}{2g} = 1 - \frac{\mu_G}{\tan \alpha} \quad \left| + \frac{\mu_G}{\tan \alpha} - \frac{k^2}{2g} \right.$$

$$\frac{\mu_G}{\tan \alpha} = 1 - \frac{k^2}{2g} \quad | \cdot \tan \alpha$$

$$\mu_G = \left(1 - \frac{k^2}{2g}\right) \cdot \tan \alpha = \left(1 - \frac{\left(1,7 \frac{\sqrt{\text{m}}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}\right) \cdot \tan 25^\circ = \underline{\underline{0,40}}$$

Variante 2: Koeffizientenvergleich

$$v_B = k \cdot \sqrt{h} = \sqrt{2g \cdot \left(1 - \frac{\mu_G}{\tan \alpha}\right) \cdot h}$$

$$k = \sqrt{2g \cdot \left(1 - \frac{\mu_G}{\tan \alpha}\right)} \quad |^2$$

$$k^2 = 2g \cdot \left(1 - \frac{\mu_G}{\tan \alpha}\right) \quad | : 2g$$

$$\frac{k^2}{2g} = 1 - \frac{\mu_G}{\tan \alpha}$$

... weiter wie Variante 1.

1.2.1 Minimaler Kurvenradius

TIPP *Vorüberlegung:* Während einer Kurvenfahrt ist eine Kraft für die ständige Richtungsänderung des Körpers, hier des Pakets, notwendig. Diese Kraft ist die Zentripetalkraft F_Z . Diese entspricht hierbei der Haftreibungskraft F_R des Paketes zwischen Paket und Förderband, denn diese ist die einzige Kraft, die horizontal, also in der Ebene der Kreisbahn, wirkt. Die Haftreibungskraft ist nach oben begrenzt, sie kann den Betrag $F_{R, \max} = \mu_H \cdot F_G$ nicht überschreiten; dabei ist μ_H die von Material und Oberflächenbeschaffenheit abhängige Haftreibungszahl und F_G die Gewichtskraft des Pakets. Daher stellt $F_{R, \max}$ auch die Obergrenze für die Zentripetalkraft dar. Die Zentripetalkraft ist bei konstanter Geschwindigkeit indirekt proportional zum Radius r der Kreisbahn. Deshalb gibt es einen zur vorgegebenen Geschwindigkeit gehörenden kleinsten Radius r_0 .

Wenn das Paket gerade nicht wegrutscht, besitzt die als Zentripetalkraft wirkende Reibungskraft den maximal möglichen Betrag $F_{R, \max}$, sodass gilt:

$$F_{Z, \max} = F_{R, \max}$$

Mit $F_{R, \max} = \mu_H \cdot F_G = \mu_H \cdot m \cdot g$ ergibt sich für den gesuchten Minimalradius:

$$\frac{m \cdot v_F^2}{r_{0, \min}} = \mu_H \cdot m \cdot g \Rightarrow r_{0, \min} = \frac{v_F^2}{\mu_H \cdot g} = \frac{\left(1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{0,50 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \underline{\underline{0,20 \text{ m}}}$$

1.2.2 Rutschen für $r < r_0$

Für den Betrag der Zentripetalkraft gilt im vorliegenden Fall: $F_Z = \frac{m \cdot v_F^2}{r}$.

Bei einer Abnahme von r nimmt F_Z zu (indirekte Proportionalität zwischen F_Z und r), falls m und v_F konstant bleiben. Da die Zentripetalkraft durch die Haftung zwischen Paket und Förderband aufgebracht wird, ist ihr maximal möglicher Wert durch die (konstante) Haftreibungskraft $F_{R, \max}$ gegeben, die abhängig von μ_H ist. In diesem Grenzfall ist der Kurvenradius r_0 . Für kleinere Radien $r < r_0$ ist die erforderliche Zentripetalkraft größer als die verfügbare Haftreibungskraft. Diese kann daher das Paket nicht auf dem Band halten, es beginnt zu rutschen.

2.1 t-U_i-Diagramm

TIPP *Vorüberlegung:* Nach dem Induktionsgesetz $U_i = -N_i \cdot \dot{\Phi}$ wird nur eine Spannung induziert, wenn sich der magnetische Fluss Φ , der die Induktionsspule durchsetzt, ändert. Laut dem Diagramm in 2.0 erfolgt eine solche Änderung in den Zeitintervallen $1,0 \text{ s} \leq t \leq 1,5 \text{ s}$ und $3,0 \text{ s} \leq t \leq 3,5 \text{ s}$. In diesen Zeitintervallen ändert sich der magnetische Fluss zudem linear, wodurch sich die konstante Steigung von $\Phi(t)$ etwas einfacher mit $\Delta\Phi/\Delta t$ berechnen lässt. Aufgrund der konstanten Steigung ist die induzierte Spannung in diesen Zeitintervallen ebenso konstant.



© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de
info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH
ist urheberrechtlich international geschützt.
Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung
des Rechteinhabers in irgendeiner Form
verwertet werden.

STARK