

2024

FOS · BOS 12

Fachabitur-Prüfung
mit Lösungen

Bayern

Physik

**MEHR
ERFAHREN**



STARK

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

Übungsaufgaben zur Fachabiturprüfung

Aufgabe 1:	Fallbeschleunigung	1
Aufgabe 2:	Achterbahn	7
Aufgabe 3:	Gewehrschuss	11
Aufgabe 4:	Seilwelle	19
Aufgabe 5:	Pendelschwingung	24
Aufgabe 6:	Wasserwellen	32
Aufgabe 7:	Plattenkondensator	40
Aufgabe 8:	Gold-Cap	45
Aufgabe 9:	Spule im Magnetfeld	50
Aufgabe 10:	Leiterstück im Magnetfeld	57

Fachabitur-Prüfungsaufgaben 2020

Pflichtaufgabengruppe P:	Kreisbewegung; freier Fall, Induktion; elektrisches Feld (Punktladung); Wellenwanne	2020-1
Wahlaufgabengruppe W1:	Fadenpendel (Kinderschaukel); stehende Wellen (Seilwellen)	2020-17
Wahlaufgabengruppe W2:	Plattenkondensator; Stoß (Impulserhaltung), konstant verzögerte Bewegung (Reibung)	2020-27
Wahlaufgabengruppe W3:	Induktion (Wagen auf gerader und schiefer Ebene) . .	2020-35

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

Sobald die Original-Prüfungsaufgaben 2023 freigegeben sind, können sie als PDF auf der Plattform MyStark heruntergeladen werden.



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 auf der vorderen Umschlaginnenseite in diesem Buch.

Lösungen der Übungsaufgaben: Gerhard Schindler; Joachim Klöver

Lösungen der Fachabitur-Prüfungsaufgaben: 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:
 - **Übungsaufgaben** zu allen prüfungsrelevanten Themen des Fachabiturs;
 - die vollständigen **Original-Fachabiturprüfungen** der Jahrgänge 2020 bis 2022.
 - Die **Fachabiturprüfung 2023** steht auf MyStark als Download zur Verfügung.
 - Die ausführlichen **Lösungsvorschläge** zeigen Ihnen die eigentlichen Zusammenhänge auf und helfen Ihnen, die Lösungs idee 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.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg bei der Fachabiturprüfung!



Gerhard Schindler



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).
- 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 und 2022 der Themenbereich *Elektromagnetische Induktion* nicht geprüft (vgl. die nachfolgende Auflistung des prüfungsrelevanten Stoffs).

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 Vektorgroße, 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 und 2022 nicht prüfungsrelevant)

- der magnetische Fluss
- Induktionsgesetz in differentieller 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.
- **Prüfungsbeginn:** In aller Regel ist es gleichgültig, mit welchem Aufgabenteil Sie beginnen, da die Anforderungen in den einzelnen Themenbereichen auf ähnlichem Niveau liegen und Sie sowieso die Pflicht- und Wahlteilaufgaben bearbeiten müssen. Sollten Sie nach einem kurzen Überblick (geht von der Arbeitszeit ab) glauben, einen der Themenbereiche am besten zu beherrschen, beginnen Sie damit. Das kann Sicherheit bringen, wenn es läuft. Falls nicht, bedenken Sie, dass eine Aufgabe sich bestens entwickeln kann, wenn man sich erst konzentriert und intensiv mit ihr beschäftigt. Messen Sie dem Überblick nicht zu viel Bedeutung bei.

BE

- 1.0 Bei einem Tischkicker (Tischfußball) kann man mit Figuren, die an drehbaren Haltestangen befestigt sind, eine als Spielball dienende Kugel in Bewegung versetzen. Dabei sollte man auf eine horizontale Ausrichtung der ebenen Tischfläche achten. Zum Einstellen gibt es an allen vier Tischbeinen höhenverstellbare Metallfüße.
- 1.1 Nach dem Aufbau des Tisches wird die Kugel in die Tischmitte gelegt. Die Kugel verbleibt jedoch nicht in Ruhe. Sie fängt sofort an zu rollen und hat dabei eine konstante Beschleunigung. Bei einer Messung stellt man fest, dass die geradlinig rollende Kugel ab dem Zeitpunkt ihres Loslassens die Zeitdauer $\Delta t_1 = 3,0\text{ s}$ benötigt, um eine Strecke der Länge $\Delta s_1 = 60\text{ cm}$ zurückzulegen. Ermitteln Sie den Betrag a der vorliegenden Beschleunigung. **3**

- 1.2.0 Die in 1.1 beschriebene Bewegung ist dadurch begründet, dass die Tischfläche nicht horizontal ausgerichtet ist. Bei der nachfolgenden Untersuchung dieser Bewegung der Kugel ist die Reibungskraft \vec{F}_R zwischen Kugel und Tischfläche zu berücksichtigen. Die Luftreibung sowie die Rotationsenergie der Kugel sind jedoch außer Acht zu lassen.

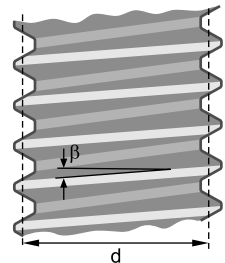
- 1.2.1 Stellen Sie alle an der Kugel angreifenden Kräfte in einem qualitativen Kräfteplan dar. Benennen Sie diese Kräfte.

HINWEIS: Verwenden Sie bei Ihrem Kräfteplan aus Gründen der Übersichtlichkeit einen Neigungswinkel von ca. 30° . **3**

- 1.2.2 Für den Betrag F_R der Reibungskraft gilt in guter Näherung: $F_R = 2,5\% \cdot F_G$, wobei F_G der Betrag der Gewichtskraft der Kugel ist. Der Betrag der Beschleunigung der Kugel ist $a = 0,13 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Ermitteln Sie mithilfe eines Kraftansatzes den vorliegenden Neigungswinkel α der Tischebene gegenüber der Horizontalen. **6**

- 1.3 Das horizontale Ausrichten des Tisches erfolgt über Gewindestangen. Dabei weist ein Gewindegang den Steigungswinkel $\beta = 2,5^\circ$ gegenüber der Horizontalen auf. Die verwendete Gewindestange hat den mittleren Durchmesser $d = 1,6\text{ cm}$. Ermitteln Sie die Anzahl der Umdrehungen, die zu dem Höhenunterschied $\Delta h = 2,2\text{ cm}$ führt.



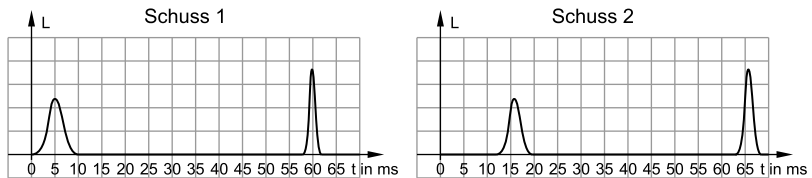
4

1.4.0 Im Folgenden ist die Tischfläche horizontal ausgerichtet.

1.4.1 Ein Spieler möchte den Betrag \bar{v} der mittleren Geschwindigkeit für einzelne Schüsse bestimmen. Dafür benutzt er eine App auf seinem Handy, welche Geräusche aufzeichnet. Den Schalldruckpegel L (Maß für die Lautstärke) der aufgezeichneten Geräusche in Abhängigkeit von der Zeit t kann man sich in einem t - L -Diagramm anzeigen lassen.

Es werden zwei Schüsse vom selben Ort aus auf das Tor gemacht. Die Entfernung zwischen Abschussort und Aufprallort (Rückwand des Tores) beträgt $\Delta s_2 = 70$ cm. Das Handy wird bei der Messung so positioniert, dass dessen Mikrofon die gleiche Entfernung zum Abschussort und Aufprallort hat.

Die zugehörigen Aufzeichnungen sind vereinfacht in den folgenden Diagrammen dargestellt:



Berechnen Sie \bar{v} für denjenigen Schuss, der den größeren Betrag der mittleren Geschwindigkeit hat. **3**

1.4.2 Bei einem Spielzug wird die zunächst ruhende Kugel der Masse $m = 20$ g zentral gestoßen. Für den Betrag der dabei wirkenden mittleren Kraft gilt $\bar{F} = 375$ N. Die Kugel erreicht durch diesen Stoßvorgang eine Geschwindigkeit mit dem Betrag $v_1 = 20$ km/h.

Berechnen Sie die Dauer Δt der Wechselwirkung zwischen Figur und Kugel unter Vernachlässigung aller Reibungseffekte. **3**

1.5.0 Die Tischfläche ist weiterhin horizontal ausgerichtet. Nun wird die Kugel derart gestoßen, dass sie sich auf einer parabelförmigen Flugbahn bewegt. Im Folgenden wird ein x - y -Koordinatensystem verwendet, dessen Ursprung sich im Schwerpunkt der Kugel zum Zeitpunkt des „Abschusses“ befindet. Die x -Achse ist hierbei horizontal gerichtet. Die y -Achse ist vertikal gerichtet und nach oben orientiert. Die parabelförmige Bahnkurve verläuft in der x - y -Ebene.

Für die Abschussgeschwindigkeit der Kugel gilt: $\vec{v}_0 = \begin{pmatrix} 6,1 \text{ m/s} \\ 1,1 \text{ m/s} \end{pmatrix}$

1.5.1 Zeigen Sie, dass folgende Gleichung die Bahnkurve der Kugel beschreibt:

$$y(x) = -0,13 \frac{1}{m} \cdot x^2 + 0,18 \cdot x \quad \mathbf{4}$$

1.5.2 Ermitteln Sie die x -Koordinate des Punktes der Bahnkurve, in dem die Kugel die größte Höhe erreicht, und geben Sie den Betrag der Geschwindigkeit der Kugel in diesem Punkt an. **4**

4
30

Teilaufgabe 1.1

Lesen Sie genau, um welche Art von Bewegung es sich hierbei handelt, und beachten Sie, welche Größen gegeben sind. In der Formelsammlung finden Sie eine passende Formel hierzu.

Teilaufgabe 1.2.1

Skizzieren Sie zunächst die geneigte Tischfläche, zeichnen Sie für den Kräfteplan zuerst die Gewichtskraft in sinnvoller Länge und erzeugen Sie aus dieser unter Berücksichtigung des Neigungswinkels der Tischfläche die restlichen Kräfte in entsprechender Länge. Nun müssen Sie noch die Reibungskraft \vec{F}_R einzeichnen. Überlegen Sie sich hierzu Richtung, Orientierung und Länge, damit es zu der in 1.1 dargelegten Bewegung kommen kann.

Vergessen Sie nicht die Legende der verwendeten Bezeichnungen für die Kräfte.

Teilaufgabe 1.2.2

Beginnen Sie mit einem Kraftansatz. Dabei hilft Ihnen der Kräfteplan aus 1.2.1. Ersetzen Sie die einzelnen Kräfte durch die zugehörigen Formeln. Stellen Sie nach dem gesuchten Winkel um und berechnen Sie diesen.

Teilaufgabe 1.3

Überlegen Sie zunächst mithilfe der Abbildung, welchen Höhenunterschied man bei einer Umdrehung erreicht und wie sich dieser Höhenunterschied berechnen würde (rechtwinkliges Dreieck mit dem Steigungswinkel β des Gewindes).

Mit dieser Vorüberlegung finden Sie bestimmt einen Ansatz für den gesuchten Höhenunterschied, in dem die Anzahl der gefragten Umdrehungen vorkommt.

Teilaufgabe 1.4.1

Bei der mittleren Geschwindigkeit \bar{v} geht man vereinfachend davon aus, dass die Geschwindigkeit auf dem gesamten betrachteten Weg gleich bleibt.

Überlegen Sie: Wie hängt \bar{v} von der Laufzeit Δt ab, wenn die zurückgelegte Strecke konstant bleibt?

Damit sollten Sie den richtigen Stoßvorgang erkennen können. Mit der zur mittleren Geschwindigkeit gehörenden Formel können Sie diese dann berechnen. Die dazu benötigte Laufzeit können Sie im Diagramm ablesen.

Teilaufgabe 1.4.2

Bei diesem Vorgang handelt es sich um einen Kraftstoß. Wenn Ihnen das noch nicht weiterhilft, sehen Sie doch mal in Ihrer Formelsammlung nach.

1.1 Betrag der Beschleunigung

TIPP *Vorüberlegung:* Da laut Aufgabenstellung klar ist, dass es sich um eine Bewegung mit konstanter Beschleunigung handelt, und die Zeitdauer für eine bestimmte Strecke bekannt ist, kann man diese Aufgabe mit der Zeit-Weg-Funktion einer konstant beschleunigten Bewegung ansetzen.

$$\Delta s_1 = \frac{1}{2} a \cdot (\Delta t_1)^2$$

$$\Rightarrow a = \frac{2 \cdot \Delta s_1}{(\Delta t_1)^2} = \frac{2 \cdot 0,60 \text{ m}}{(3,0 \text{ s})^2} = \underline{\underline{0,13 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

1.2.1 Kräfteplan

TIPP *Vorüberlegung:* Neben den Kräften, welche auf einen sich (reibungsfrei) auf einer geneigten Ebene bewegendem Körper wirken, muss hierbei noch die Reibungskraft \vec{F}_R (siehe 1.2.0) berücksichtigt werden. Dabei ist zu beachten, dass $|\vec{F}_R|$ nicht größer als der Betrag der Hangabtriebskraft \vec{F}_H werden kann, denn der Wagen rollt aus der Ruhe heraus hangabwärts mit konstanter Beschleunigung.

\vec{F}_G : Gewichtskraft auf den Schwerpunkt der Kugel

\vec{F}_N : Normalkraft als Komponente von \vec{F}_G

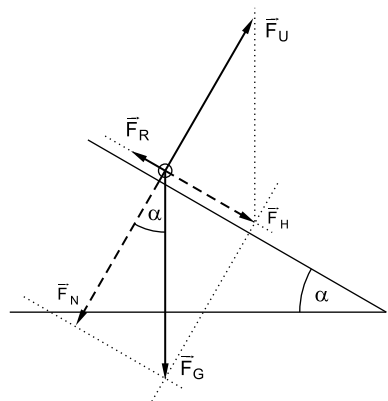
\vec{F}_H : Hangabtriebskraft als Komponente von \vec{F}_G

\vec{F}_U : Kraft, die die Unterlage auf die Kugel ausübt (gleicher Betrag wie \vec{F}_N)

\vec{F}_R : Reibungskraft zwischen Kugel und Tischfläche

Es muss gelten:

$$|\vec{F}_R| < |\vec{F}_H|$$



TIPP Mögliche Vorgehensweise zum Zeichnen des Kräfteplans:

1. Die Kraft \vec{F}_G vertikal nach unten einzeichnen (sinnvolle Länge!).
2. Die Wirkungslinie der Normalkraft \vec{F}_N und der Kraft der Unterlage \vec{F}_U rechtwinklig zur geneigten Unterlage durch den Schwerpunkt des Wagens dünn einzeichnen.
3. Die Wirkungslinie der Hangabtriebskraft \vec{F}_H parallel zur geneigten Unterlage durch den Schwerpunkt des Wagens dünn einzeichnen.
4. Parallelverschiebung der Wirkungslinien von \vec{F}_N und \vec{F}_H in die Spitze von \vec{F}_G .
5. Die entstehenden Schnittpunkte der Wirkungslinien ergeben die Längen von \vec{F}_H und \vec{F}_N . Diese können nun vom Schwerpunkt ausgehend dick eingezeichnet werden.
6. Die Länge von \vec{F}_U entspricht der Länge von \vec{F}_N , ist aber entgegengesetzt zu \vec{F}_N orientiert.
7. \vec{F}_R hat die gleiche Richtung wie \vec{F}_H , ist aber entgegengesetzt zu \vec{F}_H orientiert, da sich die Kugel hangabwärts bewegt und die Reibungskraft immer entgegen der Bewegungsrichtung orientiert ist. \vec{F}_R muss außerdem kürzer als \vec{F}_H eingezeichnet werden, da die Geschwindigkeit der Kugel zunimmt.

1.2.2 Neigungswinkel der Tischebene

Für die resultierende Kraft \vec{F} gilt: $\vec{F} = \vec{F}_H + \vec{F}_R$ (siehe Kräfteplan in 1.2.1).

Für die zugehörigen Beträge gilt dann:

$$F = F_H - F_R$$

$$m \cdot a = F_G \cdot \sin \alpha - 0,025 \cdot F_G$$

$$m \cdot a = m \cdot g \cdot \sin \alpha - 0,025 \cdot m \cdot g$$

$$a = g \cdot \sin \alpha - 0,025 \cdot g$$

$$g \cdot \sin \alpha = a + 0,025 \cdot g$$

$$\Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{a}{g} + 0,025\right) = \arcsin\left(\frac{0,13 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 0,025\right) = \underline{\underline{2,2^\circ}}$$

1.3 Anzahl der Gewindestangenumdrehungen

TIPP Vorüberlegung: Das Gewinde der Schraube können Sie sich als aufgewinkelte schiefe Ebene mit Neigungswinkel β vorstellen. Bei einer ganzen Umdrehung besitzt diese schiefe Ebene die horizontale Breite $U = \pi \cdot d$ und die Höhe Δh_1 und es gilt:

$$\tan \beta = \frac{\Delta h_1}{U}$$

Eine Umdrehung hat den horizontalen Umfang $U = \pi \cdot d$. Für den Höhenunterschied Δh_n bei n Umdrehungen gilt:

$$\tan \beta = \frac{\Delta h_n}{n \cdot U} = \frac{\Delta h_n}{n \cdot \pi \cdot d}$$

Daraus folgt für die Anzahl der benötigten Umdrehungen:

$$n = \frac{\Delta h}{\pi \cdot d \cdot \tan \beta} = \frac{2,2 \text{ cm}}{\pi \cdot 1,6 \text{ cm} \cdot \tan 2,5^\circ} = \underline{\underline{10}}$$

1.4.1 Vergleich der mittleren Geschwindigkeiten

TIPP *Vorüberlegung:* Bei der mittleren Geschwindigkeit geht man bei einer beliebigen Bewegung davon aus, als würde sich der Körper während der ganzen Zeit Δt (bzw. auf dem gesamten Weg Δs) mit einer konstanten Geschwindigkeit \bar{v} bewegen. Folglich berechnet sich die mittlere Geschwindigkeit mit $\bar{v} = \Delta s / \Delta t$. Da im vorliegenden Fall Δs in beiden Fällen gleich ist, gilt $\bar{v} \sim \frac{1}{\Delta t}$.

Der Schuss mit der betragsmäßig höheren mittleren Geschwindigkeit ist wegen $\bar{v} \sim \frac{1}{\Delta t}$ der mit der kürzeren Zeitdauer Δt bei gleicher Strecke Δs , also Schuss 2 (rechtes Diagramm). In diesem Diagramm kann man ablesen:

$$\Delta t_2 \approx 50 \text{ ms} \Rightarrow \bar{v} = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2} = \frac{0,70 \text{ m}}{50 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = \underline{\underline{14 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

1.4.2 Zentraler Stoß der Kugel

TIPP *Vorüberlegung:* Unter einem (eindimensionalen) Kraftstoß versteht man das Produkt $\bar{F} \cdot \Delta t$. Es ist gleich der Impulsänderung Δp des Körpers. Bleibt bei diesem Stoßvorgang die Masse m des Körpers gleich, gilt somit $\bar{F} \cdot \Delta t = m \cdot |\Delta v|$. Dabei ist \bar{F} der Betrag der mittleren Kraft, die auf den Körper beim Stoßvorgang während der Zeitdauer Δt wirkt, und Δv die Geschwindigkeitsänderung dieses Körpers während des Stoßvorgangs.

Kraftstoß:

$$\bar{F} \cdot \Delta t = m \cdot |\Delta v| \Rightarrow \Delta t = \frac{m \cdot |\Delta v|}{\bar{F}}$$

Die Kugel wird aus der Ruhe heraus ($v_{\text{vor}} = 0$) auf die Geschwindigkeit $v_{\text{nach}} = v_1$ beschleunigt, daher gilt für den Betrag der Geschwindigkeitsänderung $|\Delta v| = |v_{\text{nach}} - v_{\text{vor}}| = |v_1 - 0| = v_1$ und damit für die Stoßzeit:

$$\Delta t = \frac{m \cdot v_1}{\bar{F}} = \frac{0,020 \text{ kg} \cdot \frac{20 \text{ m}}{3,6 \text{ s}}}{375 \text{ N}} = \underline{\underline{0,30 \text{ ms}}}$$



© **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