

2023

FOS · BOS 12

Fachabitur-Prüfung
mit Lösungen

**MEHR
ERFAHREN**

Bayern

Physik

+ Aufgaben im Stil der Prüfungsaufgaben

ActiveBook
• Interaktives
Training

Original-Prüfungsaufgaben
2022 zum Download

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 seit 2019

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

Aufgaben im Stil der Fachabiturprüfung seit 2019

Pflichtaufgabengruppe P:	Tintenstrahldrucker; Bogenvergleich; Plattenkondensator; Erdmagnetfeld; stehende Welle . . .	M 1
Wahlaufgabengruppe W1:	Induktionsspule; Körper vor gespannter Feder (Bewegung m. Reibung auf horizontaler/schiefer Ebene) . . .	M 12
Wahlaufgabengruppe W2:	Motorrad, Auto (lineare Bewegung); Wasseroberflächenwellen.	M 20
Wahlaufgabengruppe W3:	Induktion (Rotation einer Spule im Erdmagnetfeld); Kondensator als Energiespeicher	M 28

Fachabitur-Prüfungsaufgaben 2019

Pflichtaufgabengruppe P:	Schiefer Wurf; Kreisbewegung; elektr. Feld (gelad. Hohlkugel); Wellenwanne; Seilwelle . . .	2019-1
Wahlaufgabengruppe W1:	Oszillierendes Spielzeugauto (schiefe Ebene; Kreisbahn)	2019-16
Wahlaufgabengruppe W2:	Beschleunigter Fahrstuhl; Induktionsspule.	2019-23
Wahlaufgabengruppe W3:	Raumstation; Öltröpfchen im Plattenkondensator	2019-30

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-Schwerependel 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 www.stark-verlag.de/mystark

Sobald die Original-Prüfungsaufgaben 2022 freigegeben sind, können sie als PDF auf der Plattform MyStark heruntergeladen werden (Zugangscode vgl. Farbseiten vorne im Buch).



Ihr Coach zum Erfolg: Mit dem **interaktiven Training** erhalten Sie **online auf MyStark** Aufgaben und Lernvideos zu allen relevanten Themengebieten des Fachabiturs in Physik. Am besten gleich ausprobieren! Zusätzlich steht der Fachabiturjahrgang 2022 als PDF zum Download zur Verfügung.
Ausführliche Infos inkl. Zugangscode finden Sie auf den Farbseiten vorne 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 neuen Fachabiturprüfung abbildet. Sie finden im Einzelnen
 - **Übungsaufgaben** zu allen prüfungsrelevanten Themen des Fachabiturs;
 - eine **Prüfungsaufgabe im Stil der neuen Fachabiturprüfung**, die sich in Aufbau, Umfang und Schwierigkeitsgrad an der seit 2019 abgehaltenen Fachabiturprüfung orientiert;
 - die vollständigen **Original-Fachabiturprüfungen** der Jahrgänge 2019 bis 2021.
 - Die **Fachabiturprüfung 2022** steht auf MyStark als Download zur Verfügung.
 - Die ausführlichen **Lösungsvorschläge** 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.

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 Profilfach 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 nach dem folgenden Schlüssel 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). Ob diese Einschränkung auch für die Prüfung 2023 zutreffen wird, war zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses dieses Buches noch nicht geklärt. Erkundigen Sie sich daher rechtzeitig vor Ihrer Prüfung bei Ihrer Physiklehrkraft über die aktuellen Bestimmungen.

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 eine geradlinige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit bzw. konstanter Beschleunigung und den zugehörigen Diagrammen
- 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 und 2022 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

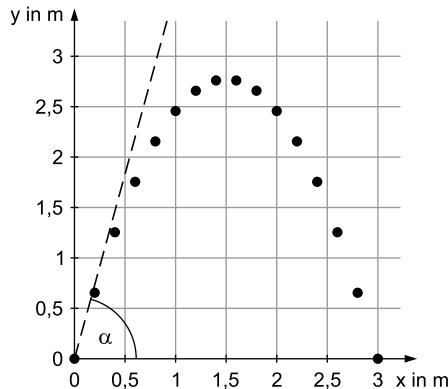
- **Vorbereitungszeit:** Wie der vorige Abschnitt zeigt, erstreckt sich der abprüfbarer Stoff auf einen umfangreichen Themenkatalog, zum Teil auf Inhalte, die zeitlich weit vor dem Prüfungstermin besprochen werden. Sie lassen sich zwar wenige Tage vor der Prüfung auffrischen (geht nur, wenn schon etwas 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.

Pflichtaufgabengruppe P – Aufgabenstellung

HINWEIS: Ist eine Aufgabenstellung mit **(G)** gekennzeichnet, ist die Bearbeitung/die Lösung dieser Aufgabe direkt in das vorliegende Geheft einzutragen.

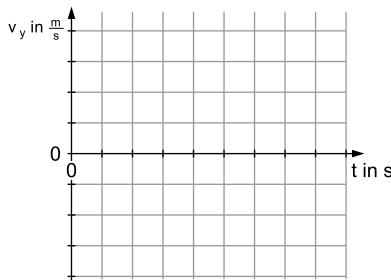
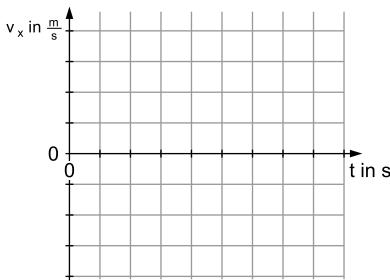
BE

- 1.0** Die folgende Darstellung zeigt das Stroboskopbild des schiefen Wurfs einer Kugel. Die Zeitdauer zwischen zwei Aufnahmen beträgt $\Delta t = 0,10$ s. Für weitere Betrachtungen wurde ein Koordinatensystem festgelegt und in das Stroboskopbild eingezeichnet. Die Kugel verlässt den Abwurfpunkt $O(0|0)$ zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ unter dem Winkel $\alpha = 75^\circ$ zur Horizontalen und landet im Punkt $P(3,0\text{ m} | 0)$. Die Kugel kann als Massenpunkt angesehen werden und weist keine Eigenrotation auf.

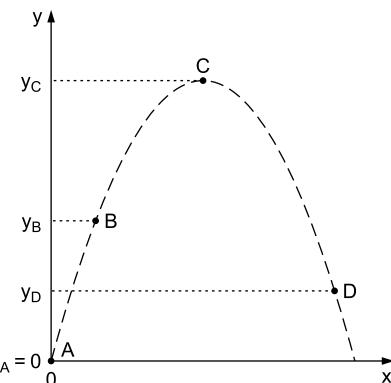


- 1.1** Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms die gesamte Flugdauer Δt_{ges} sowie die x- und die y-Koordinate $v_{0,x}$ und $v_{0,y}$ der Geschwindigkeit \bar{v}_0 , mit der die Kugel abgeworfen wurde. [mögliches Teilergebnis: $v_{0,y} = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$] **4**

- (G) 1.2** Stellen Sie in den folgenden beiden Koordinatensystemen den zeitlichen Verlauf der Koordinaten v_x bzw. v_y der Geschwindigkeit \bar{v} für $0 \leq t \leq 1,5$ s grafisch dar. Wählen Sie jeweils geeignete Skalierungen. **5**



- (G) 1.3** Die Bahn des schiefen Wurfs aus 1.0 ist qualitativ in nebenstehender Skizze dargestellt. Betrachtet werden die Punkte A, B, C und D der Flugbahn. Dabei bezeichnet A den Abwurfpunkt mit der Höhe $y_A = 0$, C den höchsten Punkt der Wurfbahn mit der Höhe y_C , B einen Punkt auf halber Höhe von C ($y_B = \frac{1}{2}y_C$) und D einen Punkt mit der Höhe $y_D = \frac{1}{4}y_C$ (siehe Skizze). Für die potenzielle Energie der Kugel im Punkt A gilt:
- $$E_{\text{pot, A}} = 0$$

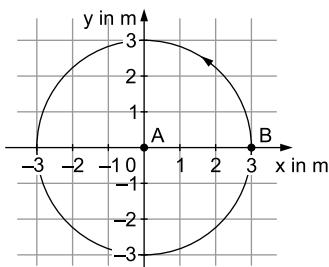


Kreuzen Sie an, in welchen Punkten der Wurfbahn die folgenden Aussagen jeweils zutreffen bzw. ob sie für keinen der vier Punkte wahr sind. 4

HINWEIS: Setzen Sie Ihr Kreuz nur bei denjenigen Aussagen, bei denen Sie sicher sind. Jedes falsch gesetzte Kreuz geht mit $-0,5$ BE und jedes richtig gesetzte Kreuz mit $+1$ BE ein. Im ungünstigsten Fall wird die Aufgabe mit 0 BE gewertet.

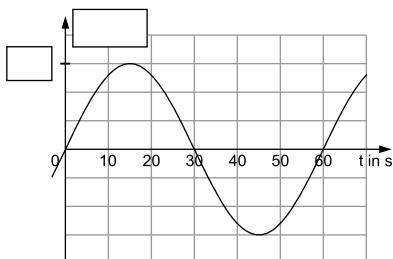
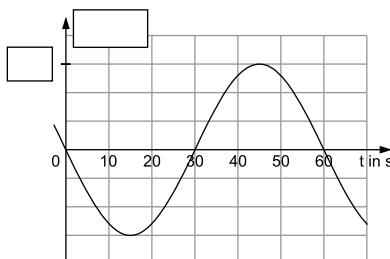
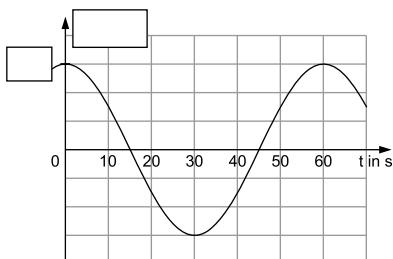
	A	B	C	D	Die Aussage trifft für keinen Punkt zu.
Die kinetische Energie der Kugel ist maximal.	<input type="checkbox"/>				
Die potenzielle Energie der Kugel ist maximal.	<input type="checkbox"/>				
Die Summe aus potenzieller und kinetischer Energie der Kugel ist null.	<input type="checkbox"/>				
Die kinetische und die potenzielle Energie der Kugel stimmen überein.	<input type="checkbox"/>				

- 2.0** Ein punktförmiger Körper der Masse m bewegt sich in der x-y-Koordinaten-ebene mit konstanter Winkelgeschwindigkeit auf einer Kreisbahn mit dem Radius $r = 3,0\text{ m}$ und der Umlaufdauer $T = 60\text{ s}$ um den Punkt A(0|0). Zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ befindet sich der Körper im Punkt B(3,0 m|0). Die Bewegung erfolgt gegen den Uhrzeigersinn.



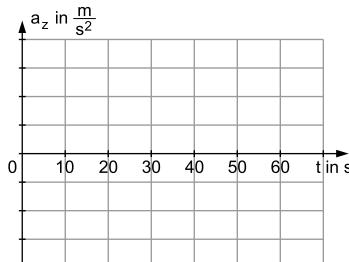
- (G) 2.1** Die folgenden drei Abbildungen stellen ein t - y -, ein t - v_x - und ein t - v_y -Diagramm dar. Die Reihenfolge der Aufzählung kann von der Reihenfolge der Abbildungen abweichen. Dabei sind v_x und v_y die x - und y -Koordinaten der Geschwindigkeit \vec{v} .

Links und rechts neben den Ordinatenachsen sind eingerahmte Felder vorbereitet. Ergänzen Sie in die rechten Felder die jeweilige aufgetragene Größe mit Einheit. Tragen Sie in die linken Felder den jeweiligen Skalenwert ein, welcher für die daneben befindliche, markierte Stelle der Achse zutrifft. **6**



- (G) 2.2** a_z ist der Betrag der Zentripetalbeschleunigung \vec{a}_Z , welche der Körper während seiner Kreisbewegung erfährt.

Berechnen Sie a_z und fertigen Sie das t - a_z -Diagramm für $0 \leq t \leq T$ an. Nutzen Sie dazu das vorbereitete Koordinatensystem. Wählen Sie einen geeigneten Maßstab für die Ordinatenachse.



3

TIPP Lösungshinweise zur Aufgabengruppe P

Teilaufgabe 1.1

Für die gesamte Flugdauer ist die Anzahl der Aufnahmen (Punkte) und die Dauer zwischen zwei Aufnahmen entscheidend. Für $v_{0,x}$ sind die besondere Bewegungsart der Kugel in x-Richtung beim schießen Wurf sowie die Kenntnis der Wurfweite entscheidend. Für $v_{0,y}$ hilft z. B. eine Winkelbeziehung weiter.

Teilaufgabe 1.2

Die (unterschiedlichen) Bewegungsarten bestimmen den zeitlichen Verlauf der beiden Geschwindigkeitskoordinaten.

Teilaufgabe 1.3

Berücksichtigen Sie, in welchem Punkt die potenzielle Energie den Wert 0 hat, und überlegen Sie, wie sich die Geschwindigkeit der Kugel und damit die kinetische Energie von A über B, C und D bis zum Aufschlag verändert. Insbesondere die letzte Aussage erfordert tiefergehende Überlegungen. Berücksichtigen Sie, dass für die kinetische Energie der Kugel hierbei gilt: $E_{kin} = E_{kin,x} + E_{kin,y}$

Teilaufgabe 2.1

Beginnen Sie mit der Zuordnung der t-v-Diagramme, indem Sie z. B. ein bis zwei beliebige Geschwindigkeitsvektoren in das Bild von Teilaufgabe 2.0 einzeichnen und diese in Ihre x- und y-Komponenten zerlegen. Anhand der Orientierungen sollten Sie die richtigen Diagramme zuordnen können.

Die zugehörigen maximalen Werte für v müssen Sie berechnen und für y aus dem Bild von Teilaufgabe 2.0 ablesen.

Teilaufgabe 2.2

Berechnen Sie a_z unter Nutzung der Formelsammlung. Überlegen Sie, wie sich a_z in Abhängigkeit von der Zeit ändert (ω ist konstant!), und zeichnen Sie den zugehörigen Graphen in das vorbereitete Diagramm (Skalierung der a_z -Achse nicht vergessen!).

Teilaufgabe 3.1

Beim Zeichnen des Feldliniengrafik müssen Sie drei Dinge berücksichtigen: die Richtung, die Orientierung (Vorzeichen der Ladung beachten) und die Symmetrie.

Teilaufgabe 3.2

Überlegen Sie, wo die Feldstärke ihren maximalen Wert annimmt, und berechnen Sie diesen z. B. mithilfe der Formelsammlung.

TIPP Für diese Teilaufgabe gibt es viele Möglichkeiten der Lösung, da aus dem gegebenen Diagramm eine Vielzahl an Informationen herausgeholt werden können. Um die Ableseungenauigkeiten möglichst klein zu halten, sollten Sie aber möglichst große Daten herauslesen (Minimierung des prozentualen Fehlers), wie z. B. die Wurfweite oder die Wurfhöhe. Ungeeignet dagegen wären z. B. die x- und y-Koordinate des zweiten Punktes.

- 1.1** Zur Bestimmung der gesamten **Flugdauer** Δt_{ges} ist die Angabe „Zeitdauer zwischen zwei Aufnahmen $\Delta t = 0,10 \text{ s}$ “ entscheidend. Von der ersten bis zur zweiten Aufnahme (jeweils als Punkt zu sehen) vergehen $0,10 \text{ s}$, bis zur sechzehnten Aufnahme (sechzehnter Punkt) vergehen somit $15 \cdot 0,10 \text{ s}$. Für die gesamte Flugdauer gilt also:

$$\Delta t_{\text{ges}} = 15 \cdot 0,10 \text{ s} = \underline{\underline{1,5 \text{ s}}}$$

Bei einem schießen Wurf verändert sich die x-Koordinate der Geschwindigkeit nicht. Es liegt in dieser Richtung eine gleichförmige Bewegung vor. Für die **x-Koordinate** $v_{0,x}$ der **Anfangsgeschwindigkeit** \bar{v}_0 gilt also:

$$v_{0,x} = \frac{\Delta x}{\Delta t_{\text{ges}}} = \frac{3,0 \text{ m}}{1,5 \text{ s}} = \underline{\underline{2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

Die **y-Koordinate** $v_{0,y}$ der **Anfangsgeschwindigkeit** \bar{v}_0 lässt sich aufgrund des bekannten Abwurfwinkels α für die beiden Koordinaten der Abwurgeschwindigkeit \bar{v}_0 berechnen:

$$\tan \alpha = \frac{v_{0,y}}{v_{0,x}} \Rightarrow v_{0,y} = v_{0,x} \cdot \tan \alpha = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \tan 75^\circ = \underline{\underline{7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

Lösungsalternative 1: $v_{0,y}$ lässt sich auch über die Dauer bis zur maximalen Wurfhöhe ermitteln. Dazu muss man wissen, dass sich die y-Koordinate der Kugelgeschwindigkeit bei einem schießen Wurf entsprechend der Gleichungen einer konstant beschleunigten Bewegung mit der Anfangsgeschwindigkeit $v_{0,y}$ ändert:

$$v_y = -g \cdot t + v_{0,y} \Rightarrow v_{0,y} = v_y + g \cdot t$$

Die Kugel befindet sich zum Zeitpunkt $t = \frac{1}{2} t_{\text{ges}} = 0,75 \text{ s}$ im höchsten Punkt der Flugbahn. Für die Geschwindigkeitskoordinate v_y gilt zu diesem Zeitpunkt $v_y(0,75 \text{ s}) = 0$, sodass folgt:

$$v_{0,y} = 0 + 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,75 \text{ s} = \underline{\underline{7,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

Lösungsalternative 2: $v_{0,y}$ lässt sich auch über die maximale Wurfhöhe und die Tatsache, dass sich die Kugel in y-Richtung konstant beschleunigt bewegt, ermitteln. Die maximale Wurfhöhe wird zum Zeitpunkt $t = \frac{1}{2} t_{\text{ges}} = 0,75 \text{ s}$ erreicht und aus dem Diagramm liest man ab, dass die maximale Wurfhöhe etwa $y_{\text{max}} = 2,8 \text{ m}$ beträgt:

$$y(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + v_{0,y} \cdot t \Rightarrow v_{0,y} = \frac{y(t) + \frac{1}{2} g \cdot t^2}{t}$$

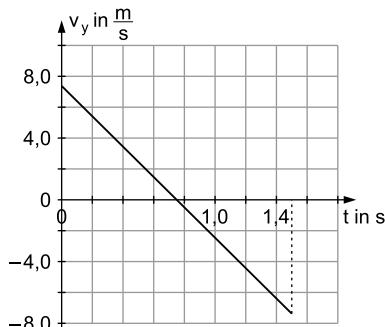
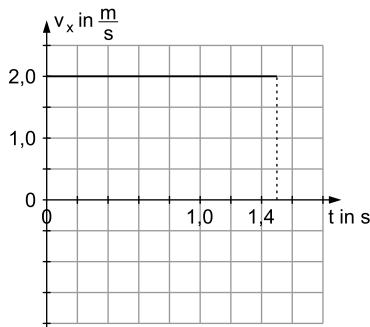
Zum Zeitpunkt $t = 0,75 \text{ s}$ ergibt sich:

$$v_{0,y} = \frac{2,8 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,75 \text{ s})^2}{0,75 \text{ s}} = \underline{\underline{7,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

HINWEIS 1: Die Abweichungen bei den Werten für $v_{0,y}$ haben ihre Ursache in der Ungenauigkeit der gegebenen Größen bzw. der abgelesenen Werte.

HINWEIS 2: Es ist durchaus denkbar, erst einmal $v_{0,y}$ wie in den Alternativen dargestellt zu ermitteln und daraus dann mithilfe der Winkelbeziehung $v_{0,x}$ zu berechnen.

- 1.2** Für den **zeitlichen Verlauf von $v_x(t)$ und $v_y(t)$** im Zeitintervall $0 \leq t \leq 1,5 \text{ s}$ ist die Kenntnis über die Art der Bewegung in x- und in y-Richtung (wie bereits in Teilaufgabe 1.1 dargelegt) entscheidend.



1.3 Flugbahn

Vorüberlegung: Wie man anhand der in 1.2 ermittelten Graphen erkennen kann, nimmt der Betrag der Geschwindigkeit von A über B bis C ab und erreicht in C sein Minimum ($v_y = 0 \Rightarrow |\bar{v}_C| = v_{0,x}$). Von C über D bis zum Aufschlag nimmt der Betrag der Geschwindigkeit dann wieder zu.

	A	B	C	D	Die Aussage trifft für keinen Punkt zu.
Die kinetische Energie der Kugel ist maximal.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die potenzielle Energie der Kugel ist maximal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Summe aus potenzieller und kinetischer Energie der Kugel ist null.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Die kinetische und die potenzielle Energie der Kugel stimmen überein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

TIPP **ZUR LETZTEN AUSSAGE:** Hierbei müssen Sie berücksichtigen, dass in die kinetische Energie der Betrag v der aus v_x und v_y resultierenden Geschwindigkeit eingeht und nicht nur v_y . Für die kinetische Energie gilt also:

$$E_{\text{kin}} = E_{\text{kin}, x} + E_{\text{kin}, y} = \frac{1}{2} m \cdot v_x^2 + \frac{1}{2} m \cdot v_y^2 = \frac{1}{2} m \cdot (v_x^2 + v_y^2) = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

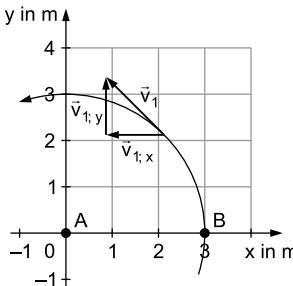
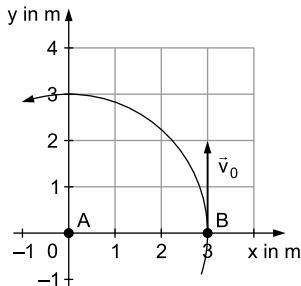
Notwendige Überlegungen zur letzten Aussage:

- Der **Punkt A** kann sofort ausgeschlossen werden, da hier die kinetische Energie maximal und die potenzielle Energie aufgrund der Vorgabe null ist. ($E_{\text{kin}, x}$ ist beim schießen Wurf immer größer null und verändert sich nicht, vgl. Tipp oben).
- Im **Punkt B** stimmt zwar die potenzielle Energie mit $E_{\text{kin}, y}$ überein, ist aber kleiner als die gesamte kinetische Energie. Deswegen kann der Punkt B ausgeschlossen werden.
- Im unter B liegenden **Punkt D** ist die potenzielle Energie noch kleiner als $E_{\text{kin}, y}$. Folglich kann man auch den Punkt D ausschließen.
- Die kinetische Energie in y-Richtung nimmt mit zunehmender Höhe ab und die potenzielle Energie entsprechend zu. Im **Punkt C** hat $E_{\text{kin}, y}$ den Wert null; die potenzielle Energie erreicht nun den Wert, den $E_{\text{kin}, y}$ im Punkt A hatte. Für einen Abwurfwinkel von 45° würde im Punkt A $E_{\text{kin}, x} = E_{\text{kin}, y}$ gelten und daher in C die gesamte kinetische Energie mit der potenziellen Energie übereinstimmen. Da der Abwurfwinkel hier mit 75° aber größer als 45° ist, ist die potenzielle Energie im Punkt C bereits größer als $E_{\text{kin}, x}$. Deshalb kann auch der Punkt C ausgeschlossen werden.

Fazit: Die letzte Aussage trifft in keinem der vier Punkte zu.

2.1 Vorüberlegung zur Zuordnung: Wenn man die beiden Zeit-Geschwindigkeit-Diagramme zuordnen kann, muss das dritte Diagramm dann laut Angabe das Zeit-Ort-Diagramm sein.

Für die Zuordnung der Zeit-Geschwindigkeit-Diagramme ist es empfehlenswert, dass man sich zu zwei verschiedenen Zeitpunkten der ersten Viertelumlaufdauer jeweils einen Geschwindigkeitsvektor einzeichnet und diesen dann in seine x- und y-Komponente zerlegt. Da die x-Achse nach rechts positiv orientiert ist, gilt dies auch für die zu \bar{v}_x gehörende Koordinate v_x und umgekehrt. Da die y-Achse nach oben positiv orientiert ist, gilt dies auch für die zu \bar{v}_y gehörende Koordinate v_y und umgekehrt:



Man erkennt, dass zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ (Körper in B) die x-Koordinate der Geschwindigkeit 0 ist und die y-Koordinate maximal positiv ist. Zu einem etwas späteren Zeitpunkt t_1 innerhalb des ersten Viertels der Periodendauer zeigt $\bar{v}_{1,x}$ nach links, die Koordinate $v_{1,x}$ ist also negativ. $\bar{v}_{1,y}$ zeigt nach oben, die Koordinate $v_{1,y}$ ist somit positiv. Daher folgt:

- Das Diagramm **links oben** ist das **t-v_y-Diagramm**.
- Das Diagramm **rechts oben** ist das **t-v_x-Diagramm**.
- Das Diagramm **links unten** kann dann nur noch das **t-y-Diagramm** sein.

Den **Maximalwert für y** kann man direkt der Darstellung in Teilaufgabe 2.0 entnehmen:

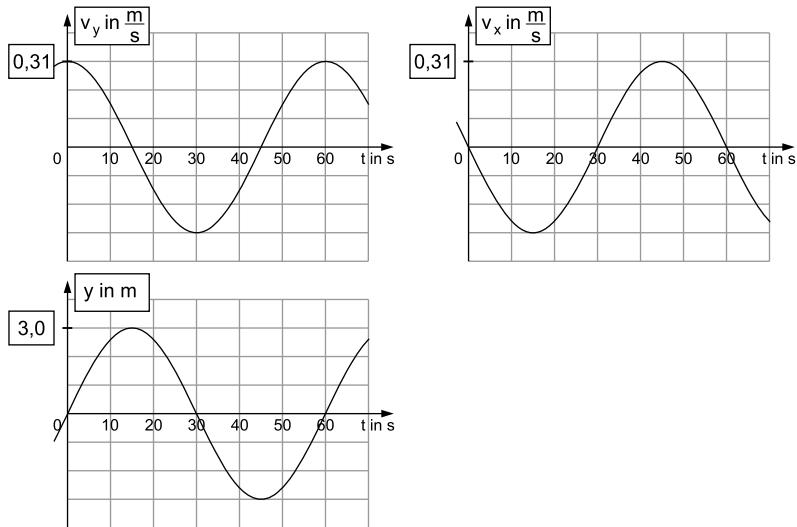
$$y_{\max} = \underline{\underline{3,0 \text{ m}}}$$

Den **Maximalwert der Geschwindigkeit** muss man noch berechnen:

$$\begin{aligned} |\bar{v}| &= \omega \cdot y_{\max} = \frac{2\pi}{T} \cdot y_{\max} \\ &= \frac{2\pi}{60 \text{ s}} \cdot 3,0 \text{ m} = \underline{\underline{0,31 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \end{aligned}$$

Dieser Wert trifft sowohl für v_x als auch für v_y zu.

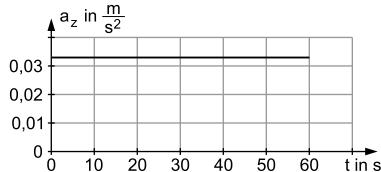
Damit muss man folgende **Eintragungen** vornehmen:



2.2 Für den **Betrag der Zentripetalbeschleunigung** gilt:

$$a_Z = \omega^2 \cdot y_{\max} = \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \cdot y_{\max} = \left(\frac{2\pi}{60 \text{ s}} \right)^2 \cdot 3.0 \text{ m} = 0.033 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

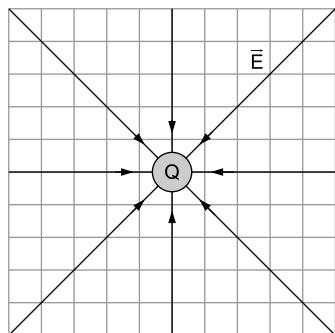
Da sich der Betrag der Zentripetalbeschleunigung während eines Umlaufes bei konstanter Winkelgeschwindigkeit nicht verändert, ergibt sich der rechts abgebildete **t-a_Z-Graph**.



3.1 Im Bild rechts sind acht **Feldlinien** eingezeichnet.

Beachten Sie beim Zeichnen, dass die Feldlinien

- symmetrisch angeordnet sind (Radialsymmetrie des elektrischen Feldes);
- zur negativ geladenen Hohlkugel orientiert sein müssen;
- auf der Hohlkugel enden.





© 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