



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für Bildung

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2023

PHYSIK (GRUNDLEGENDES ANFORDERUNGSNIVEAU)

Prüfungsaufgaben

Auswahlzeit:	30 Minuten
Bearbeitungszeit:	240 Minuten

Wählen Sie je ein Thema aus den beiden Themenblöcken zur Bearbeitung aus und kreuzen Sie diese beiden Themen an.

Bestätigen Sie die Entscheidung mit Ihrer Unterschrift.

Themenblock Grundlagen

Thema G 1: Geschwindigkeitsbetrachtungen

Thema G 2: Bewegungen auf der geneigten Ebene

Themenblock Vertiefung

Thema V 1: Untersuchungen zum Photoeffekt

Thema V 2: Kräfte in der Physik

Thema V 3: Geladene Teilchen im elektrischen Feld

Unterschrift des Prüflings:

Thema G 1: Geschwindigkeitsbetrachtungen

BE

1 Würfe

Ein Problem beim Betrieb moderner Windkraftanlagen (Windräder) ist die Eisbildung an den Spitzen der Rotorblätter. Um die Sicherheit vor weggeschleuderten Eisbrocken zu erhöhen, wird ein Sicherheitsabstand s_x empfohlen, der das 1,5-fache der Summe aus Turmhöhe und Rotordurchmesser beträgt.

Im Folgenden soll eine Windkraftanlage betrachtet werden, deren Turmhöhe $h_T = 100$ m beträgt. Der Rotordurchmesser sei $d = 120$ m (Bild 1).

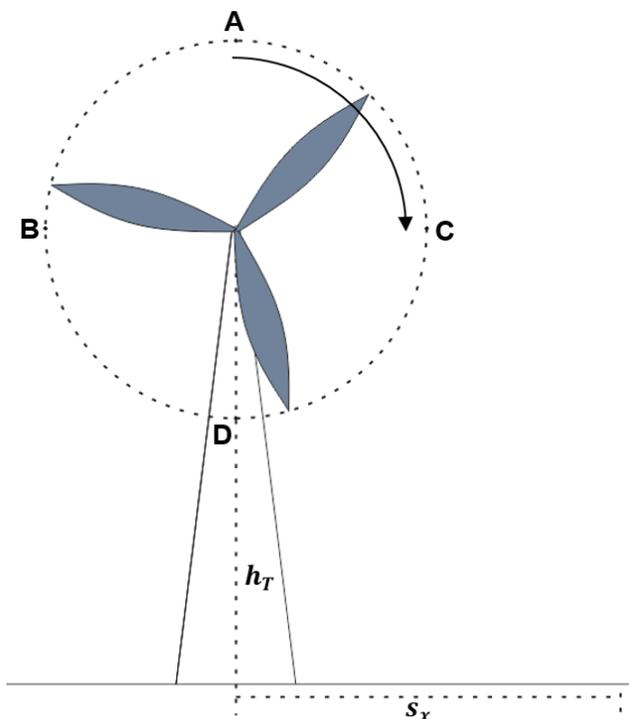


Bild 1

- 1.1 Die Graphen 1-3 in den $v(t)$ -Diagrammen im Bild 2 zeigen qualitativ die Beträge der Geschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Zeit für einen Eisbrocken, der sich in den Punkten A, B, oder C von der äußersten Spitze des Rotors gelöst hat.

3

Ordnen Sie den Graphen die Punkte des Ablösens zu.

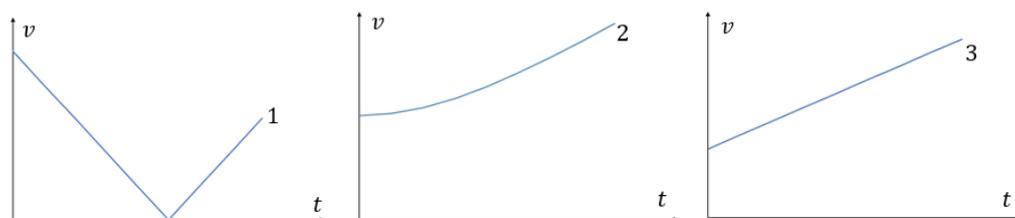


Bild 2

- 1.2 Beschreiben Sie den Verlauf eines Graphen im $v(t)$ -Diagramm, falls sich der Eisbrocken im Punkt D löst.

2

- 1.3 Weisen Sie nach, dass ein sich vom höchsten Punkt A lösender Eisbrocken nicht weiter fliegt als der empfohlene Sicherheitsabstand, wenn seine Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 57,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ beträgt. 12

Berechnen Sie für diese Geschwindigkeit die Anzahl der Umdrehungen n des Windrades pro Minute.

2 Bewegungen im elektrischen Feld

Ein Elektron wird in ein homogenes elektrisches Feld mit der Feldstärke $E = 5000 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ gebracht. Die Anfangsgeschwindigkeit des Elektrons kann vernachlässigt werden.

- 2.1 Beschreiben und erklären Sie die Bewegung des Elektrons in diesem Feld. 3

- 2.2 Für die Geschwindigkeit des Elektrons im elektrischen Feld gilt: 10

$$v = \sqrt{\frac{2 e \cdot E}{m} \cdot s}$$

Leiten Sie die Gleichung her.

Zeichnen Sie für die ersten 10 cm der Bewegung des Elektrons ein $v(s)$ -Diagramm.

Berechnen Sie die hierfür erforderlichen Werte.

Berechnen Sie mit einem nichtrelativistischen Ansatz die Energie E_k , die notwendig wäre, so dass ein Elektron die Geschwindigkeit $v = 0,9 c$ erreicht.

- 2.3 Vergleichen Sie qualitativ die Energie E_k mit der tatsächlich benötigten Energie E_r . 5

Erklären Sie den Unterschied zwischen E_k und E_r .

Beschreiben Sie den weiteren Verlauf des Graphen im $v(s)$ -Diagramm aus Aufgabe 2.2.

Thema G 2: Bewegungen auf der geneigten Ebene

BE

1 Luftkissenbahn

Eine gerade Luftkissenbahn ist gegenüber der Horizontalen unter einem Neigungswinkel von $\alpha = 3^\circ$ aufgestellt (Bild 1). Der Gleiter wird am Fußpunkt der Bahn mit einer Anfangsgeschwindigkeit v_0 abgestoßen. Mit einer Videokamera wird seine Bewegung aufgezeichnet. Aus der Aufzeichnung wird zu bestimmten Zeitpunkten der jeweilige Ort des Gleiters rekonstruiert (Tabelle). Für den Gleiter gilt die linke Kante als Bezugspunkt für die Messung. Die Messwerte beginnen unmittelbar nach dem Abstoß am Fußpunkt. Für die Auswertung ist der Einfluss von Reibungsvorgängen zu vernachlässigen.

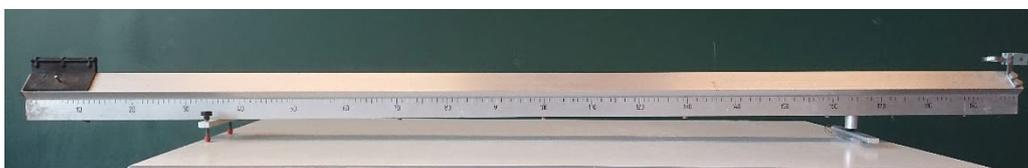


Bild 1

t in s	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
x in m	0,00	1,09	1,68	1,77	1,36	0,45

Tabelle

- 1.1 Beschreiben Sie die Bewegung des Gleiters und begründen Sie, dass es sich um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung handelt. 7

Berechnen Sie die Beschleunigung a sowie die Anfangsgeschwindigkeit v_0 des Gleiters. Nutzen Sie dafür unter anderem die Wertetabelle.

- 1.2 Aus den gegebenen Werten ergibt sich die Bewegungsgleichung 4

$$x(t) = -\frac{1}{2} \cdot 0,51 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 + 1,35 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t .$$

Bestimmen Sie mithilfe der Bewegungsgleichung die größte Entfernung des Gleiters vom Start und die zugehörige Zeit.

- 1.3 Zeichnen Sie das $v(t)$ -Diagramm der Bewegung, bis der Gleiter seine Ausgangsposition wieder erreicht hat. 3

2 Bewegung im Magnetfeld

Auf einem Laborwagen aus Kunststoff liegt eine quaderförmige Spule. Der Wagen rollt eine geneigte Ebene hinunter und durchquert dabei ein Magnetfeld, das senkrecht zur geneigten Ebene gerichtet ist (Bild 2).

Abbildung

Wagen mit Spule auf geneigter Ebene mit homogenen Magnetfeld senkrecht zur geneigten Ebene. Aus: https://www.selbstlernmaterial.de/p/abi/BY/mu-ph-11_A.pdf (05.06.2022), S. 1

Bild 2

Für die folgenden Betrachtungen kann davon ausgegangen werden, dass das Magnetfeld ausschließlich zwischen den beiden Polen existiert und homogen ist. Die Reibung kann vernachlässigt werden. Die Anschlüsse der Spule sind nicht verbunden.

Das nebenstehende Diagramm zeigt die induzierte Spannung U , die an den Anschlüssen der Spule abgegriffen werden kann, in Abhängigkeit von der Zeit t (Bild 3).

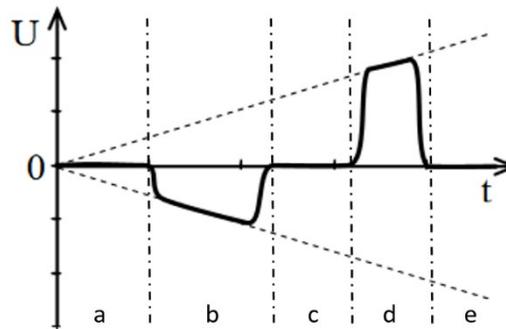


Bild 3

Erläutern Sie den Verlauf des Graphen mithilfe der markierten Abschnitte.

6

3 Bestimmung von Haftreibungskoeffizienten (Schülerexperiment)

15

In dieser Aufgabe ist ein Experiment durchzuführen und auszuwerten. Bearbeiten Sie dazu die Aufträge in den Vorbetrachtungen und führen Sie das Experiment durch. Fertigen Sie ein vollständiges Protokoll an.

Auftrag

Bestimmen Sie drei Haftreibungskoeffizienten mit einer geeigneten Ebene.

Vorbetrachtungen

- 1 Beschreiben Sie den Unterschied zwischen Haft- und Gleitreibung.
- 2 Beschreiben Sie, wie man den Haftreibungskoeffizienten zwischen der geeigneten Ebene und einem aufliegenden Körper mithilfe des Neigungswinkels dieser Ebene experimentell bestimmen kann.
Zeigen Sie mithilfe eines Kräftegleichgewichtes, dass für den Haftreibungskoeffizienten gilt $\mu_{\text{Haft}} = \tan \alpha$.

Durchführung

Ihnen werden Gegenstände und Ebenen aus verschiedenen Materialien zur Verfügung gestellt.

Bestimmen Sie für drei Materialpaarungen (beispielsweise Holz auf Kunststoff) den Winkel zur Berechnung des Haftreibungskoeffizienten. Führen Sie für jede Materialpaarung fünf Messungen durch.

Auswertung

- 1 Berechnen Sie für drei Materialpaarungen den jeweiligen Haftreibungskoeffizienten.
- 2 Berechnen Sie die prozentuale Abweichung der von Ihnen bestimmten Werte mit den vorgegebenen Haftreibungskoeffizienten, die Ihnen zur Verfügung gestellt werden.
- 3 Führen Sie eine Fehlerbetrachtung durch.

Thema V 1: Untersuchungen zum Photoeffekt

BE

- 1 Mit dem Licht einer Bogenlampe wird der Einfluss des Abstandes der Lampe zur Photozelle auf die Ladenspannung des Kondensators untersucht. Es wird der folgende Versuchsaufbau verwendet (Bild 1).

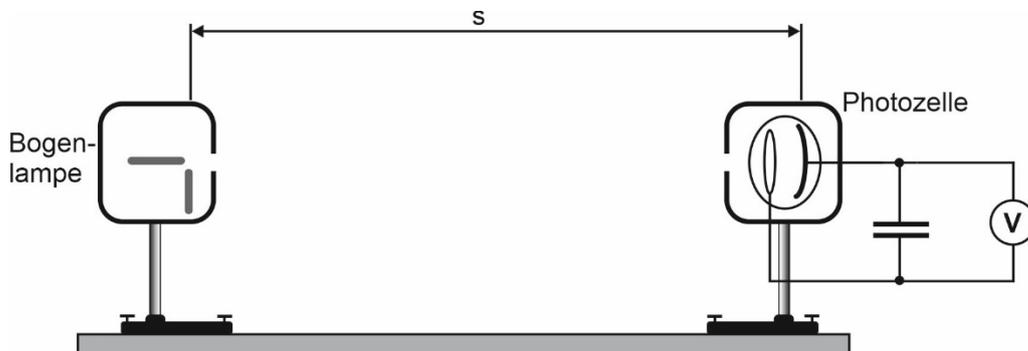


Bild 1

- 1.1 Geben Sie die Polung des geladenen Kondensators an.
Erklären Sie das Zustandekommen der Polung.
- 1.2 Im Experiment werden folgende Messwerte ermittelt:

3

6

s in cm	5,0	10,0	15,0	30,0	40,0
U in V	3,68	3,72	3,67	3,70	3,71

Erklären Sie das Versuchsergebnis mit dem Photonenmodell des Lichtes.

Begründen Sie in diesem Zusammenhang auch, dass dieses Versuchsergebnis nicht mit dem Wellenmodell des Lichts erklärt werden kann.

Berechnen Sie die Wellenlänge, die den energiereichsten Photonen zugeordnet werden kann, wenn eine Caesiumkathode verwendet wurde.

- 2 In einem weiteren Versuch wird eine andere Photozelle von einem homogenen Magnetfeld durchsetzt, das senkrecht zur Zeichenebene gerichtet ist (Bild 2). Der Abstand zwischen Lampe und Photozelle bleibt jetzt unverändert. Es wird monochromatisches Licht verwendet.

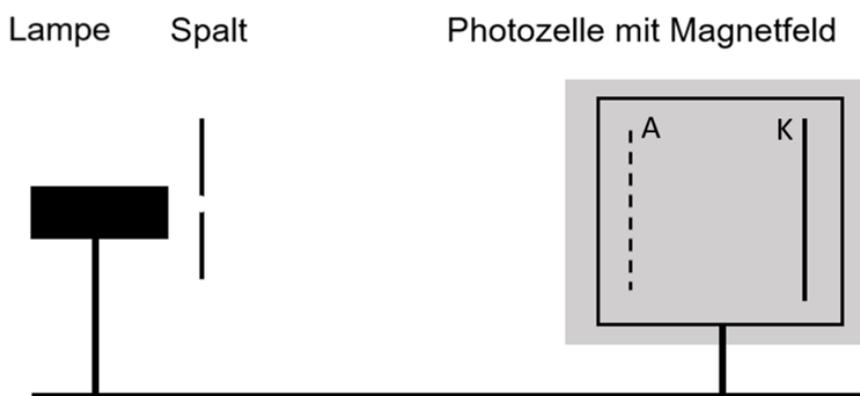


Bild 2

2.1 Beschreiben Sie die Bewegung der Elektronen nach dem Verlassen der Kathode. 4

Für Elektronen, die senkrecht zu den Feldlinien in das homogene Magnetfeld eintreten, gilt für den Bahnradius

$$r = \frac{1}{e \cdot B} \cdot \sqrt{2 m_e \cdot (h \cdot f - W_A)}.$$

Im Versuch wird eine Silberkathode ($W_A = 4,05 \text{ eV}$) mit Licht der Wellenlänge $\lambda = 253 \text{ nm}$ bestrahlt. Der Abstand von der Kathode zur Anode beträgt $s = 0,8 \text{ mm}$.

Berechnen Sie die magnetische Flussdichte B_1 , damit die schnellsten Elektronen, welche senkrecht aus der Kathode austreten und sich senkrecht zum Magnetfeld bewegen, die Anode nicht mehr erreichen.

2.2 Berechnen Sie die magnetische Flussdichte B_2 , die notwendig ist, damit keines der Elektronen, welche senkrecht zum Magnetfeld austreten, die Anode erreichen kann. 2

Thema V 2: Kräfte in der Physik (Themaufgabe)

BE

Die Kraft ist eine zentrale Größe der Physik. Mit ihrer Hilfe kann die Veränderung des Bewegungszustandes von Körpern und Teilchen beschrieben werden. Dabei bilden die von Isaac Newton in seinem Werk „Philosophiae naturalis Principia mathematica“ veröffentlichten Axiome die Grundlage.

15

Erläutern Sie in einer sprachlich geschlossenen und zusammenhängenden Form ausgehend von den Newton'schen Axiomen die Wirkung von Kräften auf die Bewegung von Körpern.

Gehen Sie dabei auf folgende Schwerpunkte und Beispiele ein:

- Kraft als Wechselwirkungsgröße,
- Kräftegleichgewicht und Wechselwirkungskräfte,
- vektorielle Addition von Kräften,
- ein Körper gleitet eine geneigte Ebene hinab,
- Vergleich der Bewegungen von elektrisch geladenen Teilchen in homogenen elektrischen und homogenen magnetischen Feldern.

Thema V 3: Geladene Teilchen im elektrischen Feld

BE

Verschiedene elektrisch geladene Teilchen mit der kinetischen Energie $E_{\text{kin}} = 4,2 \text{ keV}$ gelangen parallel zu den Platten in das homogene Feld eines Plattenkondensators mit der Länge $\ell = 10 \text{ cm}$. Die Feldstärke \vec{E} bleibt konstant.

Gemessen wird die Ablenkung y der Teilchen am Ende des Kondensators:

Teilchen	Ladung q	Masse m	y in mm
Elektron	$-e$	m_e	$-2,68$
Proton	e	m_p	
Heliumkern	$2e$	$4u$	$5,36$
unbekanntes Teilchen			$8,04$

Hinweis: Atomare Masseneinheit $u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

1 Begründen Sie, dass alle Teilchen beim Eintritt in den Plattenkondensator unterschiedliche Geschwindigkeiten haben. 2

2.1 Weisen Sie nach, dass für die Ablenkung aller elektrisch geladenen Teilchen am Ende des Plattenkondensators gilt: 5

$$y = \frac{q \cdot E}{4 E_{\text{kin}}} \cdot \ell^2$$

Berechnen Sie aus den gegebenen Werten die elektrische Feldstärke E .

2.2 Geben Sie mithilfe der Tabellenwerte die Ablenkung eines Protons an. Begründen Sie Ihre Aussage. 4

Weisen Sie nach, dass es sich bei dem unbekanntem Teilchen mit der Ablenkung $y = 8,04 \text{ mm}$ um ein dreifach positiv geladenes Ion handelt.

Begründen Sie, dass dieses Verfahren zur Stoffbestimmung geladener Teilchen nicht geeignet ist.

3 In einem weiteren Versuch wird die Bahn der Heliumkerne bei variabler kinetischer Energie E_{kin} und konstanter Feldstärke $E = 4500 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ untersucht. 4

Zeichnen Sie das $y(E_{\text{kin}})$ -Diagramm im Intervall $2,0 \text{ keV} \leq E_{\text{kin}} \leq 10,0 \text{ keV}$.

Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms die kinetische Energie und die Geschwindigkeit eines Heliumkerns mit einer Ablenkung von $y = 3,5 \text{ mm}$.