

Hinweise für die Schülerinnen und Schüler / Hilfsmittel

Aufgabenauswahl

- Von den vorliegenden Arbeiten A und B ist eine auszuwählen und vollständig zu bearbeiten. Jede Arbeit besteht aus drei Aufgaben.
- Die Aufgabe 3 ist in beiden Arbeiten gleich und daher nur bei Arbeit A aufgeführt. Es ist nur eine der Aufgaben 3.1 bis 3.3 zu bearbeiten.

Bearbeitungszeit

- Die Arbeitszeit beträgt 210 min. Zur Wahl der Aufgaben wird eine Einlesezeit von 30 min zusätzlich gewährt.

Hilfsmittel

- das für die Abiturprüfung an der Schule zugelassene Tafelwerk
- ein nichtprogrammierbarer und nichtgrafikfähiger Taschenrechner
- Zeichengeräte
- ein Duden der deutschen Rechtschreibung

Sonstiges

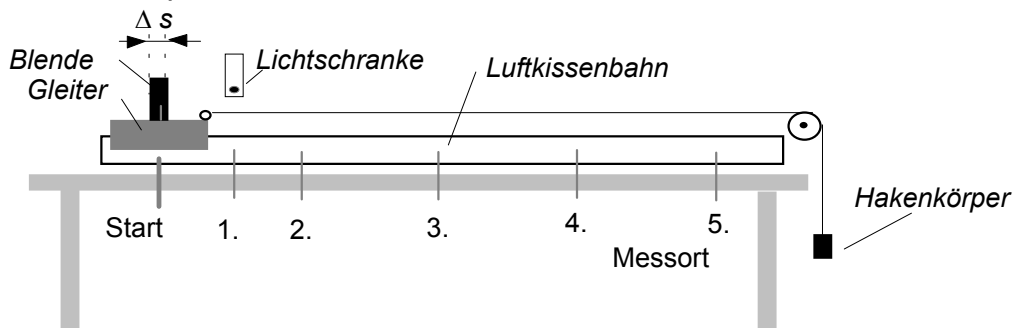
- Die Lösungen sind in einer sprachlich einwandfreien und mathematisch exakten Form darzustellen.
- Alle Lösungswege müssen erkennbar sein.
- Grafische Darstellungen sind auf Millimeterpapier anzufertigen.
- Entwürfe können ergänzend zur Bewertung nur herangezogen werden, wenn sie zusammenhängend konzipiert sind und die Reinschrift etwa Dreiviertel des erkennbar angestrebten Gesamtumfanges umfasst.

Arbeit A

Aufgabe 1 Bewegungsvorgänge

(21 BE)

- Definieren Sie die physikalischen Größen Durchschnittsgeschwindigkeit, Momentangeschwindigkeit und Beschleunigung. Vergleichen Sie Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit jeweils bei der geradlinig, gleichförmigen und bei der geradlinig, gleichmäßig beschleunigten Bewegung.
- Zur Bestimmung der Momentangeschwindigkeit des Gleiters auf einer Luftkissenbahn wird eine Lichtschranke benutzt. Diese kann am jeweiligen Messort aufgestellt werden. Der Gleiter trägt eine Blende, die während ihres Durchlaufs durch die Lichtschranke den Lichtstrahl unterbricht. Eine elektronische Stoppuhr registriert die entsprechende Dunkelzeit Δt .



Begründen Sie, dass mit dieser Anordnung die Momentangeschwindigkeit an den Messorten annähernd bestimmt werden kann und erläutern Sie den Einfluss der Breite Δs der verwendeten Blende.

- Auf der waagrecht justierten Luftkissenbahn wird eine ungleichförmige Bewegung untersucht. Dazu wird der Gleiter der Masse $m_1 = 200\text{g}$ über einen Faden und eine Umlenkrolle mit einem Hakenkörper der Masse $m_2 = 5,00\text{g}$ entsprechend der Abbildung gekoppelt. Der Gleiter wird aus der Ruhe gestartet. Die Blendenbreite ist $\Delta s = 20,0\text{mm}$. Einflüsse durch Reibung, Bewegung der Rolle und Masse des Fadens sind zu vernachlässigen.

Messwerte

Messort	1	2	3	4	5
Strecke s in m	0,20	0,40	0,80	1,20	1,60
Dunkelzeit Δt in 10^{-3} s	64,5	45,7	32,3	26,4	23,0

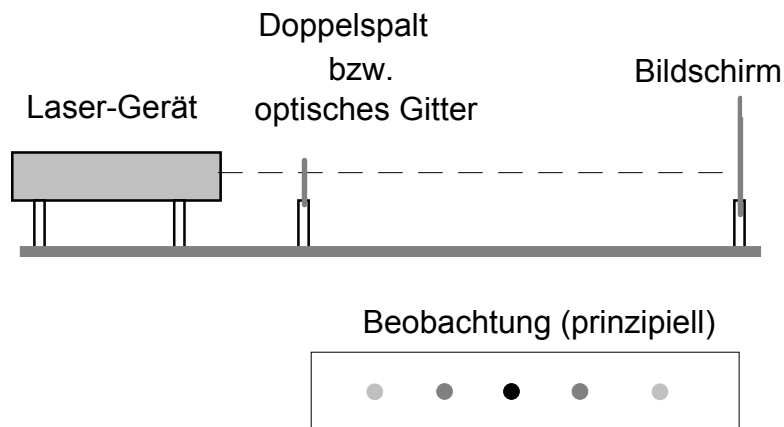
- Welche Bewegungsart führt der Gleiter auf Grund der wirkenden Kräfte aus? Zeigen Sie, dass sich daraus seine Beschleunigung $a = 0,239\text{m/s}^2$ ergibt.
- Berechnen Sie aus den Messwerten die Momentangeschwindigkeit v an den einzelnen Messorten und zeichnen Sie das $v(s)$ - Diagramm.
- Zeigen Sie, dass für die Momentangeschwindigkeit dieser Bewegung die Gleichung $v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s}$ gilt. Bestimmen Sie die Beschleunigung des Gleiters aus den Messwerten und vergleichen Sie mit dem in Teilaufgabe a) gegebenen Wert.
- Zeichnen Sie das $v(t)$ - Diagramm. Berechnen Sie die erforderlichen Zeiten.

4. Die Versuchsanordnung wird nun dadurch verändert, dass am Ende der Luftkissenbahn vor der Umlenkrolle eine Feder angebracht wird, die den Gleiter nach dem Aufprall zurückstößt. Mit der Lichtschrankenordnung wird die Geschwindigkeit des Gleiters unmittelbar nach dem Abstoß $v = 0,830\text{m/s}$ bestimmt. In welcher Entfernung von der Feder kommt der Gleiter nach dem Rückstoß zum Stillstand?

Aufgabe 2 Wellenoptik

(9 BE)

1. Zur Demonstration der Welleneigenschaften des Lichtes wird ein He-Ne-Laser auf einer optischen Bank verwendet. Die Wellenlänge des Laserlichtes beträgt in Luft 633 nm . Zunächst wird ein Doppelspalt eingesetzt.



- a) Erklären Sie die Beobachtung.
- b) Erläutern Sie, welchen Einfluss eine Veränderung des Spaltabstandes bei sonst konstanten Bedingungen auf das Bild hätte.
2. In einem anderen Experiment wird für zwei optische Gitter mit der Gitterkonstanten b jeweils der Abstand s_1 zwischen dem Maximum 0. Ordnung und dem Maximum 1. Ordnung auf dem Bildschirm bestimmt. Der Abstand zwischen dem optischen Gitter und dem Bildschirm ist $e_0 = 1,000\text{m}$.

Gitter-Nr.	b in m	s_1 in mm
1	$5,00 \cdot 10^{-5}$	12,7
2	$2,50 \cdot 10^{-6}$	262,0

Berechnen Sie für jedes Gitter aus den gemessenen Größen die Wellenlänge des Laserlichtes. Vergleichen Sie diese mit der bekannten Wellenlänge des Laserlichtes und begründen Sie eine eventuell auftretende Abweichung.

Aufgabe 3: Es ist eine der auf den Seiten 5 bis 7 angegebenen Aufgaben 3.1, 3.2 oder 3.3 zu bearbeiten.

Aufgabe 3.1 Kernphysik

(15 BE)

1. Radioaktivität ist Bestandteil unserer natürlichen Umwelt.

Erläutern Sie ausgehend von den Eigenschaften der radioaktiven Strahlung deren Wirkungen auf den menschlichen Organismus. Gehen Sie auch darauf ein, welche Folgen eine Zunahme der uns umgebenden Radioaktivität hätte.

2. Bei einem radioaktiven Präparat wird in Zeitabständen von einer Stunde in konstantem Abstand von der Quelle die Zählrate gemessen. Für das Präparat ist ein einstufiger Zerfall anzunehmen.

Messzeitpunkt	9:15 Uhr	10:15 Uhr	11:15 Uhr	12:15 Uhr	13:15 Uhr
Zählrate \bar{z} in s^{-1}	723	409	234	129	73

- a) Erläutern Sie die Aussage:
"Der radioaktive Zerfall ist ein spontaner, stochastischer Vorgang."
- b) Stellen Sie die Messwerte grafisch dar.
Erklären Sie, warum die gemessene Zählrate gesetzmäßig abnimmt.
- c) Ermitteln Sie die Halbwertszeit des radioaktiven Präparates.
Bestimmen Sie, welche Zählrate man um 8:15 Uhr wahrscheinlich gemessen hätte.
3. Beim Betrieb und bei der Stilllegung von Kernkraftwerken entstehen radioaktive Abfälle.
Nennen Sie zwei physikalisch-technische Probleme, die sich bei der Lagerung und dem Transport dieser Stoffe ergeben.

Aufgabe 3.2 Wärmelehre

(15 BE)

1. In einem abgeschlossenen Zylinder befindet sich Luft im Zustand A ($0,20\text{MPa}$, $5,0\text{dm}^3$, 30°C). Die Luft wird als ideales Gas betrachtet ($c_p = 1,010\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, $c_v = 0,723\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$).

Die Luft wird nacheinander den folgenden vier Zustandsänderungen unterworfen:

- (I) isotherme Kompression auf den doppelten Druck zum Zustand B,
- (II) isochore Temperaturerhöhung um 180K zum Zustand C,
- (III) isotherme Expansion auf den Anfangsdruck zum Zustand D und
- (IV) isobar zurück in den Anfangszustand A.

a) Berechnen Sie die Masse der Luft sowie für die Zustände B, C und D jeweils Druck, Volumen und Temperatur.

b) Skizzieren Sie das $p(V)$ -Diagramm für den beschriebenen Kreisprozess.

c) Bestimmen Sie für die Zustandsänderung (I) die zugehörige Volumenarbeit, die übertragene Wärme und die Änderung der inneren Energie.

2. Formulieren Sie den zweiten Hauptsatzes der Wärmelehre und erläutern Sie ihn an einem Beispiel.

Aufgabe 3.3 Quantencharakter elektromagnetischer Strahlung

(15 BE)

1. Das Licht einer Quecksilberdampfampe wird zum Experimentieren mit einer Vakuumfotозelle benutzt. Dabei kann nach Spektralzerlegung das Licht einzelner Spektrallinien auf das Katodenmetall der Fotозelle gerichtet werden. Die folgenden Frequenzen sind den Spektrallinien zugeordnet.

f in 10^{14} Hz	5,18	5,20	5,49	6,11	6,88	7,35	7,41	8,22
Farbe	gelb	gelb	grün	blau	indigo	violett	violett	UV

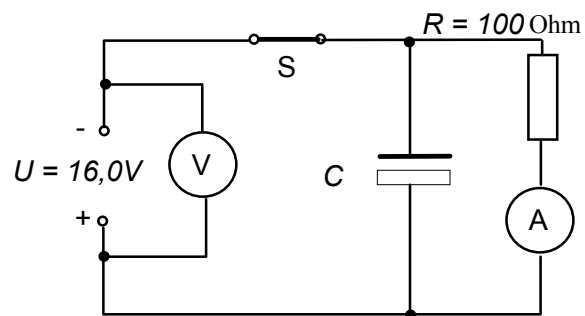
- a) Erklären Sie den äußeren lichtelektrischen Effekt mit dem Photonenmodell.
- b) Berechnen Sie, bei welcher Frequenz der lichtelektrische Effekt einsetzt, wenn als Katodenmaterial Kalium (Austrittsarbeit $W_A = 2,22\text{eV}$) verwendet wird. Geben Sie die Spektralfarben an, die im Experiment einen Fotostrom bewirken können.
- c) Zeichnen Sie das $E_{\text{kin}}(f)$ -Diagramm für die Kalium-Katode. Interpretieren Sie die grafische Darstellung.
2. In allen Mikrowellenherden werden durch elektromagnetische Wellen der Frequenz $f = 2,54\text{GHz}$ Lebensmittel erwärmt. Die Mikrowellen-Strahlung entsteht in einem sogenannten Magnetron und soll im Folgenden unter dem Quantenaspekt betrachtet werden.
- a) Berechnen Sie die Energie eines Quants dieser Strahlung. Bestimmen Sie durch eine Überschlagsrechnung die Anzahl solcher Quanten, die in einem Mikrowellenherd bei vollständiger Absorption notwendig sind, um Wasser ($m = 0,25\text{kg}$) um 80K zu erwärmen.
- b) Begründen Sie, dass die folgende Aussage falsch ist.
"In einem 800W-Mikrowellenherd besitzen die Quanten höhere Energie als in einem Gerät mit 600W Leistung."

Arbeit B

Aufgabe 1 Kondensatoren mit höchster Kapazität (21 BE)

1. Heute gibt es - vor Jahrzehnten noch undenkbar - Kondensatoren mit großer Kapazität auf kleinstem Raum. So verwendet man in Geldautomaten zylindrische Elektrolytkondensatoren für 16V Betriebsspannung mit 8,0cm Durchmesser und 22,0cm Höhe. Sie sollen bei plötzlichem Stromausfall den Auswurf einer eingesteckten Geldkarte ermöglichen. Diese Kondensatoren besitzen nach Herstellerangaben die Kapazität $C = 1F$ mit 10% Toleranz.

Mit einem solchen Kondensator wurde in der dargestellten Schaltung eine Messreihe aufgenommen.
Mit Messbeginn ($t = 0s$) wird der Schalter S geöffnet.



Messwerte:

Zeit t in s	0	30	60	90	120	150	180	210
Stromstärke I in A	0,1600	0,1185	0,0878	0,0651	0,0482	0,0357	0,0264	0,0196

- a) Stellen Sie die Messreihe grafisch dar.
Bestimmen Sie aus dem Diagramm näherungsweise die im Kondensator gespeicherte Ladung.
Berechnen Sie daraus die Kapazität des Kondensators und vergleichen Sie diese mit der Herstellerangabe. Geben Sie eine spezielle Gleichung für den Grafen an.
 - b) Bestimmen Sie die Zeit t_H nach der die Stromstärke jeweils auf die Hälfte des Anfangswertes gesunken ist.
 - c) Ein Elektromotor wird über eine elektronische Regelung (Wirkungsgrad hier 100%) vom Kondensator als Spannungsquelle mit einer konstanten Spannung von 10V bei einer Stromstärke von 1,0A versorgt. Dies ist nur solange möglich, bis die Kondensatorspannung von anfänglich 16V auf 10V abgesunken ist.
Wie lange kann der Motor laufen?
2. Es gibt Kondensatoren mit noch höherer Kapazität, die insbesondere Speicher von Computern bei kurzzeitigem Stromausfall stützen. Ein solcher Kondensator für Spannungen von maximal 2,3V (zylindrische Bauform, Durchmesser 18mm, Höhe 35mm) besitzt eine Kapazität von 22F.
- a) Ermitteln Sie die im Kondensator bei 2,3V gespeicherte elektrische Ladung.
Welche Spannung stellt sich ein, wenn er genau zur Hälfte entladen ist? Begründen Sie.
Nennen Sie zwei Vorteile, die solche Kondensatoren gegenüber elektrochemischen Spannungsquellen besitzen.

- b) Geben Sie das Verhältnis der Kapazität zum Volumen für diesen Kondensator und für den aus Teilaufgabe 1 an.
- c) Berechnen Sie die Fläche, die ein Plattenkondensator (Dielektrikum Papier, Papierstärke 0,20mm, Dielektrizitätszahl $\epsilon_r = 2,7$) haben müsste, damit seine Kapazität 22F ist.
Erläutern Sie, wie man prinzipiell eine hohe Kapazität bei Plattenkondensatoren erreichen kann.

Aufgabe 2 HERTZ'sche Wellen

(9 BE)

- 1.a) Von offenen Schwingkreisen können elektromagnetische Wellen ausgesandt werden. Nennen Sie mindestens drei Ausbreitungseigenschaften HERTZ'scher Wellen.
- b) Erläutern Sie eine Ausbreitungseigenschaft anhand einer technischen Anwendung HERTZ'scher Wellen.
2. Beim Kauf eines Mobiltelefons entscheidet der Kunde, welchen Bereich HERTZ'scher Wellen er nutzt. Vom Gesetzgeber sind drei Frequenzbereiche für Mobilfunkanlagen freigegeben.

C-Netz	450MHz - 470MHz
D-Netz	820MHz - 880MHz
E-Netz	1,710GHz - 1,880GHz.

- a) Wählen Sie für ein D-Netz-Handy eine mögliche Frequenz und berechnen Sie die zugehörige optimale Antennenlänge, die einem Viertel der Wellenlänge entspricht.
- b) Der Gesetzgeber hat, um gesundheitliche Schäden auszuschließen, die Sendeleistung von Mobiltelefonen begrenzt. In einem Fall beträgt diese maximale Sendeleistung $P_0 = 1,0\text{W}$. Die Empfänger der Netzstationen sprechen bis zu einer sogenannten Empfangsleistung $P_E = 2 \cdot 10^{-9} \text{W}$ noch sicher an. Die Reichweite eines Handys kann daraus für große Entfernungen r mit Hilfe der folgenden Gleichung abgeschätzt werden.

$$P_E = k \cdot P_0 \cdot \frac{1}{r^2} \quad k = 0,9\text{m}^2$$

- Bis zu welcher Entfernung zwischen Handy und Empfänger der Netzstation wäre so unter idealen Bedingungen eine Verbindung möglich?
Warum ist die Reichweite in der Praxis meist kleiner?

Aufgabe 3: Es ist eine der auf den Seiten 5 bis 7 angegebenen Aufgaben 3.1, 3.2 oder 3.3 zu bearbeiten.