

- Allgemein bildendes Gymnasium
- Abendgymnasium und Kolleg
- Schulfremde Prüfungsteilnehmer

Schriftliche Abiturprüfung Leistungskursfach Physik

- E R S T T E R M I N -

Material für den Prüfungsteilnehmer

Allgemeine Arbeitshinweise

Ihre Arbeitszeit (einschließlich Zeit für Lesen und Auswählen von Aufgaben) beträgt **270** Minuten.

Die Prüfungsarbeit besteht aus den zu bearbeitenden Teilen **A**, **B** und **C**.

Die für Berechnungen benötigten physikalischen Konstanten entnehmen Sie bitte dem **Anhang**.

Insgesamt sind 60 Bewertungseinheiten (BE) erreichbar, davon

im Teil A 25 BE,
im Teil B 20 BE,
im Teil C 15 BE.

Erlaubte Hilfsmittel:

- Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
- Grafikfähiger, programmierbarer Taschenrechner ohne Computer-Algebra-System
- Tabellen- und Formelsammlung ohne ausführliche Musterbeispiele
- Zeichengeräte

Prüfungsinhalt

Teil A:

Bearbeiten Sie die nachstehende Aufgabe.

Aufgabe A: Mechanik / Elektrizitätslehre

1 Im Rahmen einer Testserie an Raketentriebwerken wird eine einstufige Rakete von der Erdoberfläche aus vertikal nach oben gestartet. Die Gesamtmasse der Rakete beträgt 18,0 t. In dieser Gesamtmasse sind 13,5 t Treibstoff enthalten. Der Treibstoff verbrennt gleichmäßig und die Masse des Treibstoffs wurde so berechnet, dass die Brenndauer 75,0 s beträgt.

1.1 Erläutern Sie das physikalische Prinzip des Raketenantriebs.

Erreichbare BE-Anzahl: **2**

1.2 Messungen der Beschleunigung der Rakete ergaben:

t in s	0	15,0	30,0	45,0	60,0	75,0
a in $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	12,19	16,07	21,62	30,19	45,19	78,19

Zeichnen Sie das a - t -Diagramm.
Begründen Sie den Verlauf des Graphen.

Erreichbare BE-Anzahl: **3**

1.3 Ermitteln Sie die 50,0 s nach dem Start erreichte Geschwindigkeit der Rakete (z. B. durch grafische Integration).

Erreichbare BE-Anzahl: **2**

1.4 Berechnen Sie:

- die Masse des während des Brennvorganges pro Sekunde verbrannten Treibstoffes,
- die Schubkraft des Triebwerks zum Zeitpunkt des Starts.

Erreichbare BE-Anzahl: **3**

2 Ein Kondensator der Kapazität $4,0 \cdot 10^{-6}$ F wird bis zur Spannung 150 V geladen, danach von der Spannungsquelle getrennt und zum Zeitpunkt 0 s mit einer Spule zu einem elektrischen Schwingkreis verbunden. Die Schwingung erfolgt ungedämpft. Die Spule hat die Länge 55,0 cm, die Querschnittsfläche $53,0 \text{ cm}^2$ und 1000 Windungen. Die Permeabilitätszahl des Stoffes im Innenraum der Spule beträgt 81.

- 2.1 Erklären Sie, dass es nach jeder Entladung des Kondensators zu dessen erneuter Aufladung mit entgegengesetztem Vorzeichen kommt.

Erreichbare BE-Anzahl: 3

- 2.2 Berechnen Sie die maximale Energie des elektrischen Feldes des Kondensators und den maximalen Wert der Stromstärke im Schwingkreis. Gehen Sie von der verlustfreien Umwandlung von elektrischer in magnetische Energie aus.

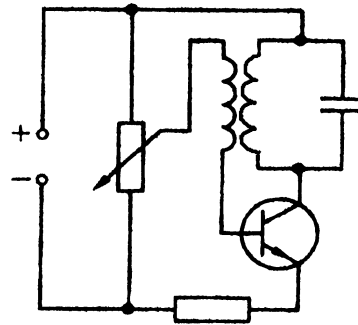
Erreichbare BE-Anzahl: 4

- 2.3 Berechnen Sie die Periodendauer des Schwingungsvorganges. Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf von Spannung und Stromstärke für mindestens eine Periode.

Ermitteln Sie die Spannung am Kondensator für den Zeitpunkt 4,0 ms.

Erreichbare BE-Anzahl: 4

- 2.4 Erläutern Sie anhand der abgebildeten Schaltskizze oder einer anderen geeigneten Schaltung die Erzeugung ungedämpfter elektromagnetischer Schwingungen. Gehen Sie auch auf die Rückkopplung ein.



Erreichbare BE-Anzahl: 4

Teil B:

Bearbeiten Sie die nachstehende Aufgabe.

Aufgabe B: Physik der Atomhülle / Thermodynamik

1 Ein Laser emittiert Photonen der Frequenz $4,74 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$.

1.1 Erläutern Sie Aufbau und Wirkungsweise eines Lasers. Begründen Sie, dass nur Photonen einer bestimmten Frequenz emittiert werden.

Erreichbare BE-Anzahl: **4**

1.2 Berechnen Sie Masse und Impuls eines emittierten Photons.

1.3 Die Photonen treffen senkrecht auf einen kleinen Spiegel. Begründen Sie, dass ein Druck auf die bestrahlte Fläche ausgeübt wird.

1.4 Die Leistung des Lasers beträgt 0,20 mW. Berechnen Sie die Anzahl der pro Sekunde emittierten Photonen.

Für 1.2, 1.3 und 1.4 erreichbare BE-Anzahl: **5**

2 Nach dem Bohr'schen Atommodell bewegen sich Elektronen auf Kreisbahnen um den Atomkern.

2.1 Nennen Sie zwei Erkenntnisse der Quantenphysik, die diese Annahme widerlegen.

Erreichbare BE-Anzahl: **2**

2.2 Wird das Bohr'sche Atommodell auf das Wasserstoffatom oder auf wasserstoffähnliche Ionen angewendet, besteht gute Übereinstimmung mit experimentellen Ergebnissen. Für die Energieniveaus bei solchen Ionen gilt nach der

Bohr'schen Theorie: $E_n = -R_y \cdot h \cdot \frac{1}{n^2} \cdot Z^2$ (Z ... Kernladungszahl des Ions).

2.2.1 Das Elektron eines He^+ -Ions geht vom Energieniveau E_4 auf E_2 über. Berechnen Sie die Frequenz des emittierten Photons.

2.2.2 Das Elektron eines He^+ -Ions befindet sich auf dem Energieniveau E_2 . Geben Sie die Energie an, die mindestens notwendig ist, um dieses Elektron abzulösen.

Für 2.2.1 und 2.2.2 erreichbare BE-Anzahl: **3**

3 In einem Labor wird Stickstoff bei der konstanten Temperatur 20,0 °C in eine 100-Liter-Stahlflasche gedrückt. Dabei wächst der Druck von 100 kPa auf 22,1 MPa. Diese Flasche ist bis zu einem Maximaldruck von 28,0 MPa zugelassen.

3.1 Berechnen Sie die maximal zulässige Temperatur, bei der die gefüllte Flasche gelagert werden darf.

3.2 Berechnen Sie die Masse des eingefüllten Stickstoffs.

Für 3.1 und 3.2 erreichbare BE-Anzahl: **3**

3.3 Für Versuchszwecke wird der Flasche nach dem Füllvorgang 5,00 Stunden lang Stickstoffgas bei der konstanten Temperatur 20,0 °C entnommen. Dabei strömt in jeder Stunde gleichmäßig 1,00 kg Gas aus. Geben Sie für diesen Vorgang eine Gleichung an, die den funktionalen Zusammenhang zwischen dem Gasdruck in der Flasche und der Zeit beschreibt. Zeichnen Sie den zugehörigen Graphen im Intervall $0 \leq t \leq 5$ h in einem geeigneten Diagramm.

Erreichbare BE-Anzahl: **3**

Teil C:

Wählen Sie **eine** der nachstehenden Aufgaben aus und bearbeiten Sie diese.

Aufgabe C 1: Elektrizitätslehre

Führen Sie Messungen und Berechnungen an zwei Blackboxes durch. In den zwei Blackboxes können sich ein ohmsches Bauelement, eine Spule (1000 Windungen ohne Eisenkern), zwei antiparallel geschaltete Halbleiterdioden oder eine Reihenschaltung aus einer Halbleiterdiode und einem ohmschen Widerstand befinden. Planen Sie die Experimente gemäß der folgenden Aufgabenstellungen und fordern Sie beim Aufsicht führenden Lehrer die erforderlichen Geräte und Hilfsmittel an.

- 1 Nehmen Sie im Gleichstromkreis die I - U -Kennlinie der vorgegebenen Blackboxes auf und stellen Sie diese grafisch dar. Informieren Sie sich beim Aufsicht führenden Lehrer über die einzuhaltenden Spannungsintervalle für die einzelnen Blackboxes.

Erreichbare BE-Anzahl: **6**

- 2 Führen Sie weitere Experimente durch um zu entscheiden, welche Bauelemente sich in den zwei Blackboxes befinden. Begründen Sie Ihre Aussagen.

Erreichbare BE-Anzahl: **6**

- 3 Aus einer Spule unbekannter Induktivität und einem Kondensator unbekannter Kapazität wird ein Schwingkreis gebildet. Planen Sie ein Experiment zur Ermittlung der Eigenfrequenz des Schwingkreises.

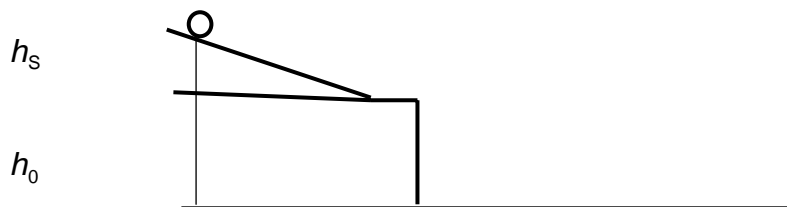
Erreichbare BE-Anzahl: **3**

Aufgabe C 2: Mechanik

Führen Sie Messungen und Berechnungen beim waagerechten Wurf einer Kugel durch.

Planen Sie die Experimente gemäß der folgenden Aufgabenstellungen und fordern Sie bei dem Aufsicht führenden Lehrer die erforderlichen Geräte und Hilfsmittel an.

- 1 Bauen Sie eine Anordnung auf, bei der eine Stahlkugel nach dem Abrollen von einer geneigten Ebene einen waagerechten Wurf bei stets gleichbleibender Abwurfhöhe h_0 ausführt. Lassen Sie die Stahlkugel aus vier verschiedenen Starthöhen h_s ($5,0 \text{ cm} \leq h_s \leq 20,0 \text{ cm}$) mehrmals abrollen und bestimmen Sie jeweils die Wurfweite.
Hinweis: Sie erhalten den Aufschlagort der Kugel, wenn Sie dort weißes Papier befestigen und mit Kohlepapier bedecken.



Erreichbare BE-Anzahl: **3**

- 2 Geben Sie eine Gleichung zur Berechnung der Abwurfgeschwindigkeit aus der Wurfweite an. Ermitteln Sie aus den jeweils gemessenen Wurfweiten die Abwurfgeschwindigkeiten $v_{0;W}$ für die vier verschiedenen Starthöhen.
Zeichnen Sie das $v_{0;W} - h_s$ - Diagramm.

Erreichbare BE-Anzahl: **3**

- 3 Entwickeln Sie aus Energiebetrachtungen an der geneigten Ebene eine Gleichung für den Zusammenhang zwischen der Abwurfgeschwindigkeit v_0 der Stahlkugel und der Starthöhe h_s .
Berechnen Sie mit dieser Gleichung die Geschwindigkeiten $v_{0;H}$ für alle von Ihnen in Teilaufgabe 1 gewählten Starthöhen h_s .
Zeichnen Sie den Graphen der Funktion $v_{0;H}(h_s)$ in das Diagramm von Teilaufgabe 2.
Vergleichen Sie die Graphen und begründen Sie mögliche Unterschiede.

Erreichbare BE-Anzahl: **6**

- 4 Würden sich v_0 und die Wurfweite ändern, wenn im obigen Experiment an Stelle der Kugel ein Vollzylinder gleichen Durchmessers und gleicher Masse eingesetzt würde? Begründen Sie Ihre Aussage.

Erreichbare BE-Anzahl: **3**

Anhang

Ausgewählte physikalische Konstanten

Normal- Fallbeschleunigung auf der Erde	$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
Spezifische Gaskonstante von Luft	$R_{\text{Luft}} = 287 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Spezifische Gaskonstante von Stickstoff	$R_{\text{Stickstoff}} = 297 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Spezifische Wärmekapazität von Luft (V = konst.)	$c_V = 0,72 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Spezifische Wärmekapazität von Wasser	$c_{\text{Wasser}} = 4,19 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Spezifische Schmelzwärme von Eis	$q_S = 334 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Universelle Gaskonstante	$R_u = 8,314 5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
Elementarladung	$e = 1,602 2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Elektrische Feldkonstante	$\epsilon_0 = 8,854 19 \cdot 10^{-12} \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
Magnetische Feldkonstante	$\mu_0 = 1,256 64 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	$c = 2,997 92 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
PLANCK'sches Wirkungsquantum	$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
RYDBERG-Frequenz	$R_y = 3,288 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$
Atomare Masseinheit	$u = 1,660 54 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Ruhemasse des Elektrons	$m_e = 9,109 39 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Kernmasse von Wasserstoff	$m(^1\text{H}) = 1,007 2765 u$
Kernmasse von Deuterium	$m(^2\text{H}) = 2,013 5532 u$