

PHYSIK (PROFIL A)

**Kandidatin / Kandidat**

Vorname und Name: ..... Klasse: .....

**Bestimmungen**

- Lösungen:**
- Bei Rechenaufgaben müssen **die verwendete Formel** und alle **benötigten Daten** deutlich **erkennbar** sowie **der Weg zum Resultat** nachvollziehbar sein.
  - Wo von Ihnen Annahmen getroffen werden, müssen diese **deutlich gekennzeichnet** und **physikalisch stichhaltig** sein.
  - Numerische Resultate, welche direkt, also ohne Rechnung ermittelt werden können, sind kurz **stichwortartig zu begründen**.
  - In allen numerischen Daten und Resultaten sind die **korrekten Einheiten** mit anzugeben und ist eine Präzision von **drei signifikanten Ziffern** einzuhalten. Endresultate bitte doppelt unterstreichen.
  - Textantworten und Begründungen müssen **physikalisch stichhaltig, widerspruchsfrei** und **sprachlich vertretbar** formuliert sein.
  - Beginnen Sie **jede Hauptaufgabe auf einem neuen Blatt**. Teilaufgaben können auf dem gleichen Blatt gelöst werden. Schreiben Sie **keine Lösungen auf die Aufgabenblätter**.
  - Geben Sie am Schluss **alle Blätter sortiert ab**, also auch Notizblätter und Blätter mit verworfenen Lösungen. Markieren Sie Blätter mit **Notizen** mit einem „N“ rechts oben.
- Bewertung:**
- Bei jeder (Teil-)Aufgabe steht die **erreichbare Punktzahl** in Klammern.
  - Die maximale Punktzahl beträgt **56 Punkte**. Für die Note 6 müssen **90% der erreichbaren Punkte** erzielt werden.
- Hilfsmittel:**
- Erlaubt sind der **Taschenrechner** (TI-Nspire CX CAS), die **physikalische Formelsammlung** (Formeln und Daten zur Physik, Klett) und die **mathematische Formelsammlung** (Formelsammlung in Mathematik, A. Wetzel).

**Resultate**

Aufgabe	Punkte
1	
2	
3	
4	
1 – 4	

Aufgabe	Punkte
5	
6	
7	
8	
9	
5 – 9	

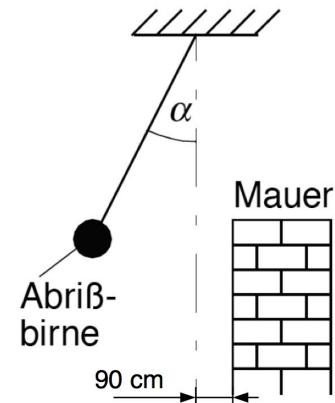
<b>Total</b>	
<b>Note</b>	

**Aufgabe 1: Abrissbirne**

[10P]

Zum Beseitigen baufälliger Mauern werden oft sogenannte Abrissbirnen verwendet. Das sind kleine, massereiche Körper, die an einem Drahtseil hängen. Sie werden ausgelenkt und schlagen nach dem Loslassen gegen die zu zerstörende Mauer.

Eine solche Abrissbirne mit der Masse 520 kg hängt an einem 6.8 m langen Seil mit vernachlässigbarer Masse. Das Seil wird um  $\alpha = 34^\circ$  ausgelenkt. Aus diesem Zustand heraus wird die Birne losgelassen und stösst nach Durchlaufen ihrer tiefsten Lage gegen die 90 cm vom Tiefpunkt (horizontal) entfernte Mauer. Die Bahn der Birne liegt in einer Ebene senkrecht zur Mauer. Die Birne darf als Massenpunkt angesehen werden.



- Beschreiben Sie die Energieumwandlungen bei diesem Vorgang. [1P]
- Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Abrissbirne im tiefsten Punkt. [2P]
- Wie lange dauert es, bis die Abrissbirne vom Loslassen den tiefsten Punkt erreicht? [1P]
- Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Abrissbirne beim Stoss auf die Mauer. [2P]

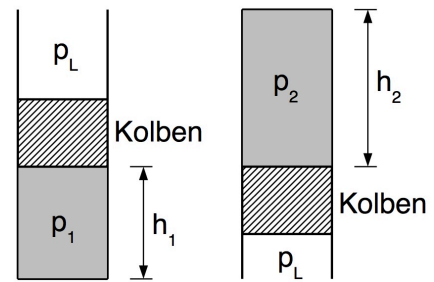
Beim Abriss einer anderen Mauer verfehlt die oben beschriebene Abrissbirne dummerweise die Mauer, und stösst mit einer Geschwindigkeit von 21 km/h auf einen Stein der Masse 18 kg. Der Stein liegt lose auf der 9.5 m hohen Mauer senkrecht unter der Aufhängung der Birne. Der Stoss darf als vollkommen elastisch, gerade und zentral aufgefasst werden. Auch die Reibung darf vernachlässigt werden.

- Berechnen Sie die Geschwindigkeiten von Abrissbirne und Stein unmittelbar nach dem Stoss. [2P]
- Nach welcher Flugdauer und in welcher Entfernung von der Mauer trifft der Stein am (waagerechten) Erdboden auf? [2P]

**Aufgabe 2: Ideales Gas**

[10P]

In einem Zylinder ist ein ideales Gas durch einen reibungsfrei beweglichen (aber völlig dichten) Kolben eingeschlossen. Die Masse des Kolbens beträgt 620 g, seine Querschnittsfläche  $3.5 \text{ cm}^2$ . Bei einer Temperatur von  $22^\circ\text{C}$  beträgt die Höhe des Gasvolumens  $h_1 = 9.7 \text{ cm}$ . Der Zylinder steht so, dass sich der Kolben über dem Gas befindet (siehe linkes Bild).



- a) Nun wird der Zylinder umgedreht, so dass sich der Kolben unter dem Gas befindet (siehe rechtes Bild). Das Gasvolumen hat dann die Höhe  $h_2 = 13.9 \text{ cm}$ , die Temperatur beträgt immer noch  $22^\circ\text{C}$ . Bestimmen Sie daraus den Luftdruck  $p_L$ .  
(Tipp: Beginnen Sie mit zwei Gleichungen, die für beide Bilder den Druck beschreiben.) [2.5P]

Wir rechnen von nun an mit einem Luftdruck von  $p_L = 976 \text{ hPa}$  weiter.

- b) In der aktuellen Position (Kolben unten, Höhe  $h_2 = 13.9 \text{ cm}$ , Temperatur  $22^\circ\text{C}$ ) wird das Gas auf  $100^\circ\text{C}$  erwärmt. Welche Höhe  $h_3$  hat das Gasvolumen dann? [1.5P]
- c) Wieviele Gasteilchen befinden sich im Zylinder? [2P]
- d) Welche Masse hat das eingeschlossene Gas, wenn es bei einem Druck von 2.3 bar und einer Temperatur von  $200^\circ\text{C}$  eine Dichte von  $1.87 \text{ kg/m}^3$  hat? [2P]
- e) Um welches Gas handelt es sich? [2P]

**Aufgabe 3: Spezifische Elektronenladung**

[10P]

Bei einem Experiment zur Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons werden Elektronen mit der Geschwindigkeit  $1.2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$  in ein homogenes Magnetfeld der Flussdichte  $1.4 \cdot 10^{-3} \text{ T}$  senkrecht zu dessen Feldlinien eingeschossen. Die Elektronen durchlaufen dann eine Kreisbahn mit dem Durchmesser  $9.4 \text{ cm}$ .

- a) Mit welcher Spannung müssen die Elektronen beschleunigt werden, um auf die gegebene Geschwindigkeit zu kommen? [1P]
- b) Entscheiden Sie, ob beim Durchlaufen der Kreisbahn am Elektron Arbeit verrichtet wird und wie gross diese Arbeit allenfalls wäre. Begründen Sie Ihre Entscheidung. [1P]
- c) Berechnen Sie aus den in der Aufgabenstellung gegebenen Grössen die spezifische Ladung des Elektrons (d.h. die Ladung pro Masseneinheit). [2P]
- d) Berechnen Sie die Zeit, die ein Elektron für einen vollen Umlauf auf der Kreisbahn benötigt und weisen Sie formal nach, dass diese Umlaufszeit unabhängig von der Einschussgeschwindigkeit ist und nur von der magnetischen Flussdichte  $B$  abhängt. [3P]
- e) Erläutern Sie die Konsequenzen für Geschwindigkeit und Bahnradius, wenn unter sonst gleichen Bedingungen (d.h. umgepolte aber gleich grosse Beschleunigungsspannung und gleiches Magnetfeld) an Stelle von Elektronen Protonen beschleunigt und in das Magnetfeld eingeschossen würden. [3P]

**Aufgabe 4: Wechselstrom-Bauelemente**

[10P]

An eine Spule wird eine Wechselspannung von 20 V (Effektivwert) mit variabler Frequenz gelegt. In Abhängigkeit von der Frequenz wird die Stromstärke gemessen. Es sind folgende zwei Messungen vorhanden:

f (in Hz)	0 (d.h. DC)	30
I (in mA)	800	200

- a) Berechnen Sie den ohmschen Widerstand der Spule. [1P]  
 b) Ermitteln Sie die Induktivität der Spule. [1P]

Wenn Sie Teilaufgabe b) nicht lösen konnten, dürfen Sie für die Induktivität 0.5 H annehmen.

- c) Die Spule hat eine Querschnittsfläche von 5.0 cm<sup>2</sup>, eine Länge von 15 cm und ist mit einem Eisenkern der Permeabilitätszahl 620 gefüllt. Wie gross ist ihre Windungszahl? [1P]

Zur Überprüfung des Messergebnisses für die Induktivität wird die benutzte Spule mit einem Kondensator der Kapazität 65 µF und einem ohmschen Widerstand so in Serie geschaltet, dass der ohmsche Widerstand der **gesamten Serieschaltung** 80 Ω beträgt. Bei der Frequenz 75 Hz und der Spannung 10 V wird die Stromstärke 45 mA gemessen.

- d) Berechnen Sie die Induktivität der Spule aus diesen Messdaten. [2P]  
 e) Berechnen Sie die Phasenverschiebung, die bei dieser Frequenz auftritt. [1P]  
 f) Berechnen Sie die Teilspannung, die zum induktiven Widerstand gehört. [1P]

Verändert man in dem eben geschilderten Experiment die Frequenz, so kann man bei einer bestimmten Frequenz  $f_0$  ein Stromstärkemaximum feststellen.

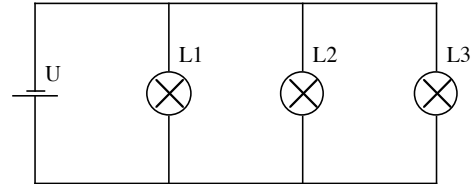
- g) Begründen Sie kurz die Existenz eines solchen Maximums. [1P]  
 h) Berechnen Sie die genannte Frequenz  $f_0$  (ohne Berücksichtigung der Dämpfung) und die maximale Stromstärke, welche dann fließt. [2P]

**Kurzaufgaben**

- 5.) **Diagramm:** Fertigen Sie ein  $v(t)$ -Diagramm an, welches Punkte oder Abschnitte enthält, für die folgendes gilt: [3P]
- Die Beschleunigung ist Null, während die Geschwindigkeit nicht Null ist.
  - Geschwindigkeit und Beschleunigung sind beide positiv.
  - Geschwindigkeit und Beschleunigung sind beide negativ.
  - Die Geschwindigkeit ist positiv und die Beschleunigung negativ.
  - Die Geschwindigkeit ist negativ und die Beschleunigung positiv.
  - Die Geschwindigkeit ist Null, aber nicht die Beschleunigung.
- Kennzeichnen Sie in Ihrem Diagramm deutlich, wo die Punkte oder Abschnitte a bis f zu finden sind! Die Reihenfolge spielt dabei keine Rolle.

- 6.) **Wasser erwärmen:** Eine elektrische Kochplatte (aus 920 g Eisen) hat eine Heizleistung von 1.8 kW. Auf der Platte befindet sich eine 480 g schwere Aluminiumpfanne mit 1.5 kg Wasser. 8% der Heizenergie sind Wärmeverluste, welche an die Umgebung abgegeben werden. Welche Temperatur erreicht das Wasser, wenn die Kochplatte während 5 Minuten angeschaltet wird, und sich zu Beginn alle Komponenten auf Zimmertemperatur bei 22°C befanden? (Annahme: Platte, Pfanne und Inhalt erreichen dieselbe Endtemperatur. Das verdunstende Wasser soll vernachlässigt werden.) [3P]

- 7.) **Glühlampen:** Gegeben ist die abgebildete Schaltung mit einer 4.5 V-Batterie als Spannungsquelle. Die Betriebsdaten der ersten Lampe  $L_1$  lauten: 4.5 V / 1 W, jene der zweiten und dritten Lampe  $L_2$  und  $L_3$ : 3 V / 1 W. Wo muss ein einzelner Widerstand („Vorschaltwiderstand“) eingebaut werden, damit alle Lampen normal brennen? Zeichnen Sie in die Skizze eine mögliche Position des Widerstandes und berechnen Sie den Wert des benötigten Widerstandes  $R$ . Der Innenwiderstand der Spannungsquelle sei vernachlässigbar. [3P]



- 8.)  **$\alpha$ -Zerfall:** Das Poloniumisotop Po-210 (Halbwertszeit: 138 Tage) geht durch einen  $\alpha$ -Zerfall in stabiles Blei über. [4P]
- Schreiben Sie die vollständige Reaktionsgleichung in der kernphysikalischen Schreibweise auf.
  - Es liegt ein Präparat von 1.5 mg Po-210 vor. Wie viele Polonium-Atome enthält das Präparat?
  - Wie viele Polonium-Kerne dieses Präparats zerfallen während der ersten 100 Tage?
  - Welche Aktivität des genannten Präparates ist nach diesen 100 Tagen zu erwarten?

- 9.) **Spannkräfte:** Die drei Massen  $m$  sind alle gleich gross und bewegen sich reibungsfrei. Die Reibung an der Umlenkrolle und deren Masse können vernachlässigt werden. An der Masse rechts wird mit der doppelten Gewichtskraft einer einzelnen Masse (d.h. mit  $2 \cdot F_G = 2 \cdot mg$ ) gezogen. Mit welcher Beschleunigung setzt sich die ganze Anordnung in Bewegung und wie gross sind dann die Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  auf die Verbindungen zwischen den Massen? [3P]

