

Maturitätsprüfungen 2019 – Physik schriftlich**Klassen:** 4A (HuR), 4AM (A-Teil) (DaU)

Prüfungsdauer: 4 Stunden

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner TI N'Spire CAS oder einfacheres Modell inkl. «solve»,
DPK Formelsammlung

Lösungen

Beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt.
Der Weg zum Resultat muss nachvollziehbar sein.
In allen numerischen Daten und Resultaten sind die korrekten Einheiten mit anzugeben und eine sinnvolle Präzision einzuhalten.
Endresultate bitte doppelt unterstreichen.

Bewertung

Die maximale Punktzahl beträgt 56.5 Punkte. Die Benotung erfolgt gemäss der Formel:
 $\text{Note} = 1 + \frac{\text{Punktesumme}}{(0.9 \cdot 56.5)} \cdot 5$, wobei auf halbe Noten gerundet und keine Note über 6 gesetzt wird.

Mögliche Punktzahl: 56.5

Erreichte Punktzahl:

Note:

Name:

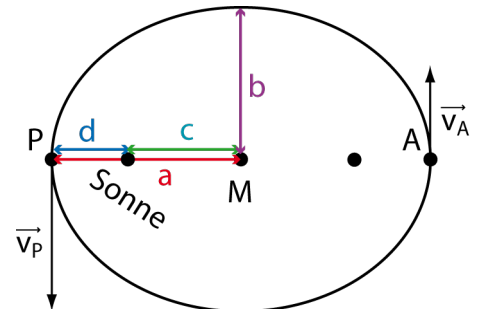
1. Physik beim Velofahren (7P)

Ein Physiklehrer (85 kg inkl. Velo) dreht abends gerne noch eine kleine Runde auf dem Velo. Auf dem Hinweg von Liestal nach Seltisberg geht es auf 2.7 km Strecke 150m hoch. Auf dem Rückweg über das Oristal geht es die gleiche Höhe auf einer Strecke von 6.1 km wieder zurück. Im Kraft-raum hat er seine Leistung auf $P_1=160W$ bestimmt.

- Welche Hubarbeit leistet er auf dem Hinweg? Drücken Sie das Ergebnis in kcal aus und vergleichen Sie mit dem Tagesbedarf von 2500 kcal? (1.5P)
- Leiten Sie die Formel $P=F \cdot v$ aus der Definition der Leistung her. Auf dem Hinweg dominiert die Hangabtriebskraft und die Reibung ist fast zu vernachlässigen. Wie gross sind die Steigungen auf den beiden Streckenabschnitten ausgedrückt als Winkel? Welche Geschwindigkeit v_1 (in km/h) erreicht ihr Lehrer auf dem Hinweg? Wie lange dauert der Hinweg? (2.5P)
- Tatsächlich dauert der Hinweg mit 15 min etwas länger. Rechnen Sie daraus auf die wirkende Reibkraft zurück. Die Rollreibung ist zu vernachlässigen. Wie gross ist der Luftwiderstand? (2P)
- Wie gross ist also der c_w Wert, wenn man von einer Querschnittfläche von $0.9m^2$ und $\rho_{Luft}=1.2 \text{ kg/m}^3$ ausgeht? (1P)

2. Komet 101P/Chernykh (8P)

Der Komet 101P/Chernykh wurde am 19. August 1977 von Nikolaj Stepanovich Chernykh entdeckt. 101P/Chernykh ist ein kurzperiodischer Komet mit einer Umlaufszeit von 13.92 Jahren um die Sonne und wird voraussichtlich im Januar 2020 von der Erde aus sichtbar sein.



- Berechnen Sie die grosse Bahnhalbachse a . (2P)
- Das Verhältnis der Geschwindigkeiten im Aphel und im Perihel beträgt $v_A/v_P = 0.255$. Bestimmen Sie die numerische Exzentrizität ϵ . (2P)
- Bestimmen Sie die lineare Exzentrizität c sowie die kleine Bahnhalbachse b . (2P)
- Wie gross sind die Geschwindigkeiten v_A und v_P im Aphel A und im Perihel P? (2P)

3. Schmelzen von Eis (6P)

Ein Eisblock mit der Temperatur $\vartheta_1 = -18.0^\circ\text{C}$ und der Masse $m_{\text{Eis}} = 1.00\text{ kg}$ wird in ein Heizgefäss ($C_G = 80.0\text{ J/}^\circ\text{C}$) mit der Leistung $P = 250\text{ W}$ gegeben. Das Gefäss ist nach aussen perfekt isoliert.

- Wie lange dauert es, bis der ganze Eisblock geschmolzen ist? (1.5 P)
- Als das Wasser $4.00\text{ }^\circ\text{C}$ erreicht, beträgt das Volumen genau einen Liter. Nun verlassen Sie den Raum und holen sich in der Mensa ein Brötchen. Nach der Rückkehr stellen Sie fest, dass das Volumen um 10.0 ml angewachsen ist. Wie lange haben Sie den Raum verlassen? (2.5 P)
- Sie warten nun noch bis das Wasser eine Temperatur von $\vartheta_2 = 60.0^\circ\text{C}$ erreicht hat und schalten dann die Heizung aus. Sie werfen nun ein Eisen-Stück mit der Raumtemperatur $\vartheta_R = 20.0^\circ\text{C}$ und der Masse von 980 g in das Wasser. Bestimmen Sie die Mischtemperatur. (2 P)

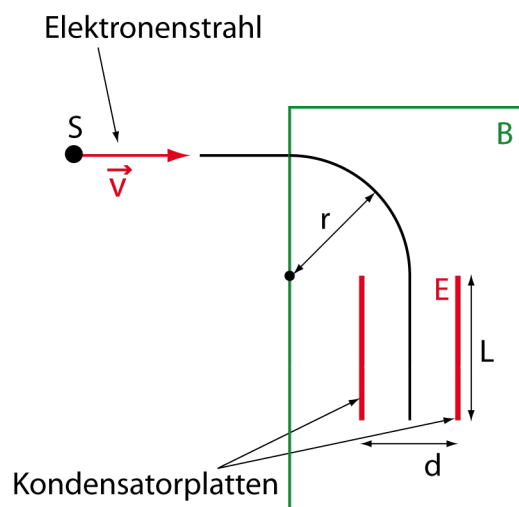
4. Elektromobilität (10.5P)

In der NZZ am Sonntag vom 31.12.2017 findet man gute Überlegungen zur Zukunft der Mobilität. Neben der Reichweite von Elektroautos (angestrebt ca. 400 km) ist auch die Ladezeit entscheidend für die Praxistauglichkeit. Ziel ist es hier, eine «Powerladung» des Akkus in 10 min. auf 80% der Maximalladung zu erreichen.

- Konventionelle Autos fahren mit einer Tankfüllung von 50 l Benzin (Brennwert $4.2 \cdot 10^7\text{ J/kg}$, Dichte 750 kg/m^3) ca. 1000 km weit. Welche Energie müsste der Akku eines Elektromobils speichern, wenn der Wirkungsgrad des Elektroantriebs doppelt so gross wie der des Benzinmotors ist und die Reichweite unter sonst gleichen Fahr- und Fahrzeugbedingungen 400 km betragen soll. (1P)
- Welche Ladung müsste der Akku speichern, wenn man von einer Spannung $U_1=40\text{ V}$ ausgeht. Drücken Sie das Ergebnis in C und Ah aus. (1.5P)
- Wie gross müsste die Ladeleistung bei einer «Powerladung» sein? Wie gross ist die Stromstärke, wenn der Ladevorgang bei $U_2=600\text{ V}$ durchgeführt wird? Vernachlässigen Sie hier zunächst Verluste am Ladekabel. Wie viele Autos kann das AKW Gösigen (1.2 GW) gleichzeitig «powerladen»? (2P)
- Das Ladekabel sei $L=6\text{ m}$ lang, aus Kupfer und habe eine bereits sehr grosse Querschnittsfläche von 100 mm^2 . Wie gross sind seine Masse (ohne Isolation) und sein elektrischer Widerstand? Wie gross ist die Verlustleistung, wenn man von der Stromstärke aus Teil c ausgeht? Um wie viel $^\circ\text{C}$ erwärmt sich das Ladekabel ohne Kühlung ungefähr bei einer Powerladung? (4P)
- Welche Schlüsse ziehen Sie aus diesen Überlegungen? (1P)
- Sehen Sie eine andere Möglichkeit, ein Elektroauto schnell zu «betanken»? (1P)

5. Elektronenstrahl im E- und B-Feld (7P)

Ein Elektronenstrahl wird beim Punkt S mittels einer Beschleunigungsspannung U_S auf eine Geschwindigkeit v beschleunigt. Der Strahl tritt dann in ein homogenes Magnetfeld der Stärke $B = 0.500 \text{ mT}$ ein. Nach Durchlaufen eines Viertelkreises mit dem Radius $r = 8.00 \text{ cm}$ tritt der Strahl in einen Kondensator mit dem Plattenabstand $d = 1.00 \text{ cm}$ und der Länge $L = 10.0 \text{ cm}$ ein.



- In welche Richtung zeigt das Magnetfeld B ? Zeichnen Sie dieses im Bild rechts ein. (0.5 P)
- Welche Geschwindigkeit haben die Elektronen zu Beginn? (1.5P)
- Wie gross ist die Beschleunigungsspannung U_S ? (1.5P)

Die Kondensatorspannung U_G ist so eingestellt, dass der Elektronenstrahl nicht abgelenkt wird.

- In welche Richtung wirkt das elektrische Feld zwischen den Kondensatorplatten? Zeichnen Sie dieses im Bild ein. (0.5P)
- Berechnen Sie die eingestellte Kondensatorspannung U_G . (1.5P)
- Nun wird die Kondensatorspannung ein wenig vergrössert. Erläutern Sie, ob und gegebenenfalls wie sich die Bewegung der Elektronen ändert. (1.5 P)

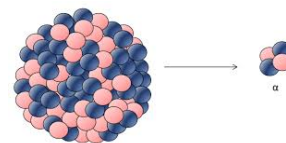
6. Dopplereffekt – Medizinische Anwendung (4P)

Die Strömungsgeschwindigkeit v_B von Blut kann mittels des Dopplereffektes gemessen werden. Dabei werden, parallel zu einem blutdurchflossenen Gefäss, aber entgegengesetzt zur Strömungsrichtung, Ultraschallwellen der Frequenz $f_0 = 2.00 \text{ MHz}$ ausgestrahlt. Die Ultraschallwelle wird an den im Blut mitgeführten Teilchen (z.B. Erythrozyten) teilweise rückgestreut und dann am Ort des Senders von einem dafür geeigneten Empfänger gemessen (f_R). Die Schallgeschwindigkeit in Blut $c_B = 1484 \text{ m/s}$ entspricht ca. der Schallgeschwindigkeit in Wasser.

Wie gross ist die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes, wenn die Differenz zwischen f_R und f_0 600 Hz beträgt? (4P)

7. Alpha Zerfall (14P)

- a. U-234 ist (unter anderem) ein Alphastrahler. Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf. (1P)



- b. Berechnen Sie aus dem Massendefekt die freiwerdende Energie in MeV. (2P)
- c. Nehmen Sie an, die gesamte Zerfallsenergie ginge ins α -Teilchen. Wie gross ist seine Geschwindigkeit bei klassischer, nichtrelativistischer Rechnung? Bitte rechnen Sie hier und bei d) und e) ausnahmsweise mit 5 signifikanten Stellen. (2P)
- d. Nehmen Sie wieder an, die gesamte Zerfallsenergie ginge ins α -Teilchen. Wie gross ist seine Geschwindigkeit bei relativistischer Rechnung? (2P)
- e. Berücksichtigen Sie nun, dass auch der verbleibende Kern einen Rückstoss erfährt. Mit welchen Geschwindigkeiten fliegen die Bruchstücke auseinander? Rechnen Sie hier wieder nicht-relativistisch, wobei Sie Impuls- und Energieerhaltung berücksichtigen. (2P)

Die folgenden Teile sind unabhängig von den Teilen b-e.

- f. Wie gross ist die Aktivität von 12mg U-234? (2P)
- g. Nach welcher Zeit ist die Aktivität auf 10% des Anfangswertes gesunken? (1P)
- h. Ein Alphateilchen bewegt sich mit 0.2% der Lichtgeschwindigkeit durch einen $\Delta y = 0.13 \mu\text{m}$ breiten Spalt. Wie gross ist seine Geschwindigkeitsunschärfe Δv_y senkrecht zur Bewegungsrichtung x nach Heisenberg? Welchen Streuwinkel ergibt das? (2P)

Viel Erfolg wünschen Ihnen R. Huber und U. Dammer