

# Teil A

## Kurzfragen

Nachname: ..... Klasse: .....

Vorname: .....

Punkte:  $(20+22+22+21 = 85)$

Dauer: maximal 60 Minuten

Hilfsmittel: keine

Schreiben Sie direkt auf diese Aufgabenblätter. Geben Sie die Resultate dezimal mit mindestens 10 % Genauigkeit an. Ansonsten gelten die üblichen Prüfungsregeln.

Viel Erfolg!

1. Ein Blumentopf kippt vom Fenstersims. Mit welcher Schnelligkeit schlägt er 5.2 m weiter unten auf? 3
2. Was ist das erste Newtonsche Axiom und wozu dient es? 4
3. Wie viel sinkt der Druck in einer Luftblase, wenn sie unter Wasser 8 m aufsteigt? 3
4. Nennen Sie Gründe für oder gegen die Hypothese, dass folgende Formel die potenzielle Gravitationsenergie zweier Himmelskörper im Abstand  $r$  darstellt. 3
$$E_p = -\frac{Gm_1m_2}{r}$$
5. Ein Velo hat Reifenradius 31 cm und fährt mit 10 m/s. Berechnen Sie die Beschleunigung eines Reifenstücks. 3
6. Wie viel Wasser kann man mit 1.0 kWh von 0 °C auf 100 °C erhitzen? 4

7. Was hat es zwischen den Molekülen in unserer Atmosphäre? 2
8. Die Temperatur eines Gases steigt von 273 K auf 300 K. Um welchen Faktor steigt die mittlere Schnelligkeit  $v$  der Atome? 4
9. Eine Oberfläche strahle bei 300 K mit  $400 \text{ W/m}^2$  Wärme ab. Wie viel strahlt sie bei 303 K ab? 5
10. Ein Küchengerät ist mit 690 W angeschrieben. Wie gross wird der elektrische Strom? 4
11. Durch ein ohmsches Widerstandselement fliessen 2.8 A, wenn 20 V anliegen. Welcher Strom fliesst bei 30 V? 4
12. Durch einen langen, geraden Draht fliesst ein Strom  $I$ . Im Abstand  $r$  herrscht ein Magnetfeld  $B$ . Welche Möglichkeiten hat man, wenn die Feldstärke vier Mal schwächer werden soll? 3

13. Was ist ein Stator? 3
14. Nennen Sie drei Gründe, weshalb unser Versorgungsnetz mit Wechselstrom arbeitet. 3
15. Ein Gegenstand 44 cm vor der Linse wird auf einen Bildschirm 88 cm hinter der Linse scharf abgebildet. Wie gross ist der Abbildungsmassstab und die Brennweite der Linse? 7
16. Die Fallbeschleunigung nehme ein Promille zu. Wie muss man die Länge des Sekundenpendels anpassen? 3
17. Welche Bedingungen muss eine Kraft erfüllen, damit sie eine harmonische Schwingung erzeugen kann? 2
18. Wie lange braucht eine Schallwelle um die Erde einmal zu umrunden? 4

19. Eine offene Pfeife hat Grundfrequenz  $a^1$ . Berechnen Sie die Länge der Pfeife. 4
20. Warum schillern Seifenblasen bei Tageslicht farbig? Sie bestehen ja aus farbloser Seifenlösung! 3
21. Ein Photon von Licht mit 400 nm Wellenlänge hat 3.1 eV Energie. Wie viel Energie hat ein Photon von 600 nm? 5
22. Bei einem radioaktiven Zerfall trete ein Massendefekt von  $1.0 \cdot 10^{-3} \text{ u}$  auf. Berechnen Sie die freigesetzte Energie. 3
23. Wie hat man überhaupt festgestellt, dass Materie auch Welleneigenschaften hat? 3
24. Wie lautet das Äquivalenzprinzip der allgemeinen Relativitätstheorie? 3

## Teil B

Nachname: ..... Klasse: .....

Vorname: .....

Dauer: 3 Stunden

Hilfsmittel:

DMK/DPK Formeln und Tabellen ('FoTa') Auflage/Jahrgang: .....

Ein einfacher, wissenschaftlicher Taschenrechner ohne Computer-Algebra-System

Ein eigenhändig beschriebenes A4-Blatt beliebigen Inhalts

Lösen Sie jede Aufgabe auf einem neuen, separaten Blatt.

Es gelten die üblichen Prüfungsregeln: Bei Rechnungsaufgaben erst eine formale Lösung angeben, dann mit den Einheiten einsetzen, dann das Resultat vernünftig gerundet und mit der korrekten Einheit versehen notieren. Formeln, die nicht in der FoTa stehen, müssen hergeleitet werden.

Ergebnisse von Teilaufgaben dürfen auf eigene Gefahr weiter verwendet werden.

Überlegungsaufgaben müssen in korrekten, deutschen Sätzen beantwortet werden. Für eine sehr gute Note müssen nicht alle Aufgaben korrekt gelöst werden.

Viel Erfolg!

Punkte

1. (34)	2. (21)	3. (37)	4. (30)	5. (35)	Total (157)

## I Charakteristik eines Batteriepakets

Ein Batteriepaket enthält vier Alkaline Monozellen (Nennwerte je 1.5 V, 9800 mAh). Eine Messung am Paket hat die Werte von Tabelle 1 ergeben:

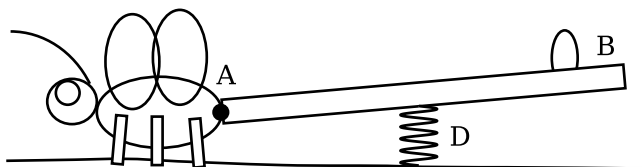
$U$ (V)	6.33	6.32	6.30	6.26	6.22	6.18	6.12	6.03
$I$ (mA)	0.02	6.35	13.84	31.03	51.44	73.7	106.0	149.0

Tabelle 1: Gemessene Strom-Spannung-Wertepaare eines Batteriepakets. Die Fehlerschranke der Spannungsmessung ist eine Einheit der letzten Ziffer, die des Stromes drei Einheiten der zuletzt notierten Ziffer. (Lie. 16. Mai 2012)

- Zeichnen Sie in einem vollständigen Diagramm die Spannungswerte als Funktion des Stromes (Messwerte aus Tabelle 1). 5
- Zeichnen Sie die am besten zu den Messungen passende Gerade ins Diagramm. Bestimmen Sie Ordinatenabschnitt und Steigung dieser Geraden. Welche Bedeutung haben Ordinatenabschnitt und Steigung? Wie lautet die formale Gleichung dieser Geraden? 7
- Berechnen Sie die bei 51.44 mA abgegebene Leistung inklusive Fehlerschranke (Fehlerrechnung nach Schema). 11
- Welchen Widerstand muss eine angeschlossene Last haben, damit die Batterie möglichst viel Leistung abgibt? Lösen Sie diese Gleichung nur formal. Tipp: Ableitung! 7
- Wie viel elektrische Energie kann dem Batteriepaket bei sorgfältiger Entladung maximal entnommen werden? 4

## II Libellenschaukel

Auf dem Spielplatz des Zürcher Zoos steht eine stilisierte Libelle. Als Libellenschwanz dient ein 2.0 m langer, gefederter Balken.



Der Balken ist am einen Ende (A) an einer unbeweglichen Drehachse befestigt, am anderen Ende (B) setzt sich das Kind hin. Der Schwanz ist 'genau' in der Mitte durch eine Feder mit Federkonstante  $D$  gestützt. Als ich mich bei (B) auf den Libellenschwanz stellte, schwang ich etwa ein Mal pro Sekunde – rechnen Sie mit 0.95 Hz – auf und ab. Nehmen Sie an, ich hätte 75 kg Masse und der Balken sei sehr viel leichter.

- Leiten Sie aus  $F = ma$  die Differentialgleichung für die Bewegung von (B) her. Tipp: Wenn Sie von der Gleichgewichtslage ( $y = 0$ ) aus rechnen, fällt die Schwerkraft heraus. 4
- Bestimmen Sie formal die Schwingungsdauer. 3
- Berechnen Sie die Federkonstante. 4
- Berechnen Sie formal die momentane Gesamtenergie des schwingenden Körpers. Leiten Sie die Gesamtenergie nach der Zeit ab. Vergleichen Sie mit der Lösung von Aufgabe a). 6
- Wie gross ist meine maximale Geschwindigkeit, wenn die Amplitude der Schwingung 18 cm beträgt? 4

## III Alphateilchen = Helium-4

“Herr Rutherford hatte schon lange auf die grosse Wahrscheinlichkeit hingewiesen, dass die Alphateilchen doppelt geladene Heliumatome seien. 200 mg Radium wurden in einer

evakuierten Glasröhre 83 Tage lang aufbewahrt. Nach Ablauf dieser Zeit wurden die vorhandenen Gase durch Tierkohle beseitigt. Die hat die Eigenschaft, alle Gase ausser Helium zu absorbieren. Das schliesslich restierende Gasquantum entsprach einer Heliumproduktion von  $163 \text{ mm}^3$  pro Gramm Radium und Jahr. Damit ist eine neuerliche Stütze für das schon recht sicher fundierte Gebäude der Atomzerfallstheorie gewonnen.” (Natw. Rundschau, 1910, cit. nach Spektrum der Wissenschaft, April 2010, S. 96)

- |   |   |
|---|---|
| a) Was ist der Tochterkern von Radium-226? Ist er stabil oder radioaktiv?   | 4 |
| b) Wie gross ist die Aktivität von exakt 1 g Radium-226?  | 5 |
| c) Wie viele Alphateilchen setzt das eine Gramm Radium in einem Jahr also frei?   | 4 |
| d) Wie viele Teilchen enthält $163 \text{ mm}^3$ Helium bei Normalbedingungen? Woher kommt der Unterschied zu Teilaufgabe c)?                               | 8 |
| e) Berechnen Sie aus den Massen die freigesetzte Energie in MeV.  | 4 |
| f) Wie gross ist die kinetische Energie des $\alpha$ -Teilchens laut FoTa? Warum stimmt der Wert nicht mit dem Resultat der vorangehenden Rechnung überein? | 4 |
| g) Berechnen Sie den Radius der grösseren $\alpha$ -Kreisbahn in einem Feld der Stärke 0.53 T.  | 8 |

#### IV Relativistische Dampflokomotive

In der Frühzeit der Dampflokomotiven (1830-1850) traten Bedenken auf, dass die hohe Geschwindigkeit der Bahn (z.B. 50 km/h) Passagiere krank machen könnte. Das Relativitätsprinzip ist seit dem 17. Jahrhundert bekannt. Passt das zusammen?

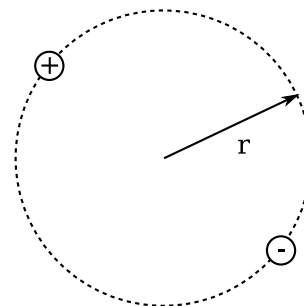
Erwartet wird ein Text von ca. 200 Worten (ca. eine Seite). Bewertet werden fachliche (v.a. physikalische) Richtigkeit, angemessene Vollständigkeit, Klarheit des Ausdrucks und Rechtschreibung.

30

#### V Positronium

Positronium ist ein ‘exotisches Atom’, bei dem ein Antielektron und ein Elektron um den gemeinsamen Schwerpunkt kreisen. Positronium ist 1951 von Martin Deutsch (MIT) gefunden worden. Es wird benutzt, um die Gesetze der Quantenelektrodynamik zu testen. Die Energieniveaus sind

$$E_n = -\frac{1}{2} \cdot \frac{m_e e^4}{8h^2 \epsilon_0^2} \cdot \frac{1}{n^2}$$



- |  |    |
|--|----|
| a) Enthält Ihr Körper auch gelegentlich Positronium?   | 3  |
| b) Leiten Sie die Formel für die Energieniveaus her. Die Rechnung läuft analog zum Bohr-de Broglie’schen Modell des Wasserstoffatoms: (i) Zusammenhang von Wellenlänge und Schnelligkeit aufstellen (beim Impuls die Gesamtmasse einsetzen) (ii) Aufstellen der Quantisierungsbedingung für den Bahnradius (iii) Berechnung der kinetischen Energie aus $F_{res} = ma_z$ , Elimination von Radius, Wellenlänge und Schnelligkeit (iv) Berechnung der elektrostatischen Energie und Verknüpfung mit kinetischer Energie (v) Berechnung der Gesamtenergie. | 20 |
| c) Berechnen Sie die Energie des Grundzustandes von Positronium in Joule und eV auf vier signifikante Stellen.   | 5  |
| d) Berechnen Sie die Wellenlänge und Art der elektromagnetischen Strahlung, die beim Übergang vom ersten angeregten Zustand zum Grundzustand ausgesandt wird.  | 7  |