

Teil A

Kurzfragen

Nachname: Klasse:

Vorname:

Punkte: (22+21+32+25 = 100)

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. Wie setzt sich die Einheit 'Volt' aus SI-Grundeinheiten zusammen? 3

2. In einer Stahlflasche herrscht ein Druck von 200 bar bei 20 °C. Wie gross ist der Druck bei 50 °C. 4

3. Ein Elektrokabel soll 44 % verlängert werden, ohne dass sich der Widerstand ändert. Das Kabelmaterial bleibt Kupfer. Wie viel Mal dicker (Durchmesser) muss das Kabel gewählt werden? 5

4. Ein Gerät mit Nennleistung 460 W wird ans elektrische Haushaltnetz angeschlossen. Berechnen Sie den Strom. 3

5. Am Äquator ist die Fallbeschleunigung 9.78 m/s^2 , am Nordpol 9.83 m/s^2 . Wo ist das Sekundenpendel länger? 3

6. Rechnen Sie aus, ob ein 'blaues Photon' mehr oder weniger Energie als ein 'rotes Photon' hat. 4

7. Im Praktikum haben Sie die Begriffe 'Auflösung' und 'Fehlerschranke' kennen gelernt. Erklären Sie den Unterschied.

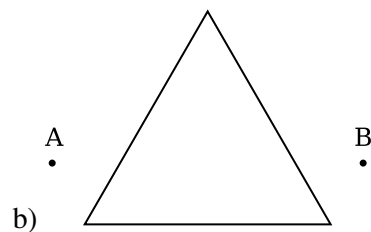
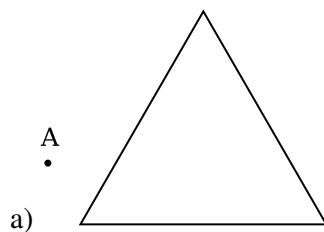
3

8. Das Higgs-Teilchen hat wahrscheinlich eine Ruheenergie von etwa 126 GeV. Wie gross ist seine Masse in Kilogramm?

3

9. Skizzieren Sie zwei unterschiedliche Lichtstrahlen, welche von A aus durch das Glasprisma nach B verlaufen. Welche physikalischen Phänomene sind für die jeweiligen Richtungsänderungen verantwortlich?

4



10. In welchem Abstand von einer 60 W-Glühbirne ist das Licht gleich hell wie in 2.5 m Entfernung von einer 100 W-Glühbirne?

4

11. Ein Lämpchen trägt die Aufschrift 2.5 V-50 mW. Wie kann es mit einem passenden Widerstand so an eine 4.5 V-Batterie angeschlossen werden, dass es gemäss seiner Spezifikation betrieben wird. Zeichnen Sie das entsprechende Schaltschema und berechnen Sie den Widerstand

7

12. Setzen Sie den korrekten Ordnungsparameter ($<$, $=$, $>$, \neq). 6
 a) 1 kWh 3.6 MJ b) 1 MeV $1.6 \cdot 10^{-16}$ J c) $m_{Elektron}$ m_{Proton}
 d) 1 Pa $1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}^2}$ e) 122 mm³ $1.22 \cdot 10^{-2}$ m³ f) 8 kg_{Wasser} 8 L_{Wasser}
13. Tritium ist ein Betastrahler. Was ist der Tochterkern? 3
 ${}^3_1\text{H} \rightarrow \beta^- +$
14. Ordnen Sie folgende Herren nach Geburtsjahr (aufsteigend):
 Galileo Galilei, A. Einstein, Archimedes von Syrakus, Isaac Newton, André-Marie Ampère 4
15. Eiswürfel von 0 °C werden in Wasser von 0 °C geworfen. Begründen Sie, ob der Wasserspiegel steigt, bleibt oder sinkt, während das Eis schmilzt. 4
16. Eine Kraft von 3.0 N und eine von 6.5 N wirken auf den gleichen Körper. Was kann man über die resultierende Kraft sagen? 5
17. Ein Auto von einer Tonne Masse fährt mit 72 km/h. Berechnen Sie seine kinetische Energie. 3
18. Ein Punkt schwingt harmonisch mit Amplitude 4.5 cm und Schwingungsdauer 6.28 s. Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit. 4
19. Welche Frequenz muss eine Schallwelle in Luft haben, damit die Wellenlänge 10 cm beträgt? 3

20. Wie lauten die Einstein'schen Postulate der speziellen Relativitätstheorie? 4
21. Was passiert mit der Schallstärke, wenn sich der Schallpegel 5.0 dB erhöht? 4
22. Eine Linse mit Brennweite f soll einen Gegenstand im Massstab 2:1 scharf abbilden. Wie muss man Gegenstands- und Bildweite wählen? 5
23. Ein Lastwagen (LW) stösst mit einem parkierten Personenwagen (PW) zusammen. Kreuzen Sie die zutreffenden Aussagen an. Geben Sie allenfalls ein Stichwort als Begründung. 2
- ☐ Der LW übt eine grössere Kraft auf den PW aus als umgekehrt.
 - ☐ Der LW übt eine gleich grosse Kraft auf den PW aus wie umgekehrt.
 - ☐ Der LW übt eine kleinere Kraft auf den PW aus als umgekehrt.
 - ☐ Der PW übt gar keine Kraft aus, er steht nur im Weg.
24. Stimmt es, dass Reibungskräfte immer bremsend wirken? 3
25. Welche Spannung muss ein Proton durchlaufen, damit es aus der Ruhelage auf eine Geschwindigkeit von 100 km/s beschleunigt wird? 4
26. Wie sind wir überhaupt auf die Idee gekommen, dass es elektrische Felder gibt? 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

I. (33)	II. (30)	III. (34)	IV. (48)	V. (32)	Total (177)

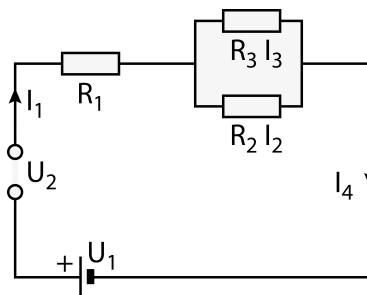
I Stromkreis

Abbildung 1: Zwei Spannungsquellen werden in Serie geschaltet und schicken elektrischen Strom durch die drei kombinierten Widerstände.

Folgende Werte sind bekannt:

$$U_1 = 9.0 \text{ V}, I_1 = 53 \text{ mA}, R_1 = 147 \Omega,$$

$$I_2 = 27 \text{ mA}, R_2 = 85 \Omega$$



- Wie gross ist I_4 ? 2
- Welche Spannung liegt an R_1 an? 3
- Welche Leistung nimmt R_2 auf? 3
- Wie gross ist U_2 und wie ist die Spannungsquelle orientiert? Gleich wie U_1 oder entgegengesetzt? 6
- Wie gross ist R_3 ? 6

Die Widerstände R_2 und R_3 seien Teile eines Potentiometers, d.h. man kann sie verändern unter der Nebenbedingung, dass $R_2 + R_3 = 220 \Omega$ ist und sie einzeln im Bereich $0 \leq R_{2,3} \leq 220 \Omega$ liegen. Die Spannungen U_1 und U_2 bleiben gleich, aber die Ströme können variieren.

- Wie muss man R_2 wählen, damit der Strom I_1 maximal wird? 5
- Wie muss man R_2 wählen, dass die Gesamtleistung minimal wird? 8

II Mathematik als Sprache der Physik

“Das Buch der Natur ist in der Sprache der Mathematik geschrieben und ihre Buchstaben sind Dreiecke, Kreise und andere geometrische Figuren, ohne die es ganz unmöglich ist auch nur einen Satz zu verstehen, ohne die man sich in einem dunklen Labyrinth verliert.” (Galileo Galilei: II Saggiatore, 1623) Warum ist man seit Galileo Galilei der Ansicht, dass physikalische Gesetze mathematisch ausgedrückt werden müssen?

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

III Verdunstung

Tabelle 1 zeigt Messwerte, wie heisses Wasser abkühlt und verdunstet. (Lie. 11. Juli 2012)

t (min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m (g)	359.30	355.06	351.88	349.60	347.79	346.33	345.11	344.05	343.17	342.40	341.70
ϑ (°C)	86.1	77.8	71.9	67.4	63.7	60.3	57.4	55.3	53.3	51.5	49.7

Tabelle 1: Masse m und Temperatur ϑ von heissem Wasser in einer offenen, flachen Glasschale als Funktion der Zeit t . Die Fehlerschranken sind 0.1 min, 0.02 g und 0.02 °C.

- Stellen Sie die Masse m des Wassers als Funktion der Zeit t graphisch dar. Erwartet wird ein schönes, vollständiges Diagramm, wie Sie es im Praktikum gelernt haben. Die Masse-Achse soll von 340 g bis 360 g laufen. 8
- Wie könnte man $m(t)$ durch eine Formel beschreiben? Machen Sie einen begründeten Vorschlag und geben Sie Schätzwerte für die Parameter der Funktion an. 8

- c) Wie viel Wärmeenergie wurde dem Wasser wegen der Abkühlung während der ersten Minute entzogen? 3
- d) Wie viel Wärmeenergie wurde dem Wasser durch Verdunstung während der ersten Minute entzogen? 4
- e) Welche Temperatur würde man zur Zeit $t = 5.00$ min erwarten, wenn die Abkühlung alleine durch Verdunstung verursacht würde? 6
- f) Angenommen, die Abkühlung laufe mit der gleichen mittleren Rate wie während der ersten Minute weiter. Wann wäre dann die Zimmertemperatur von 23.0°C erreicht? 5

IV Solar Impulse

Am 5. Juni 2012 gelang mit einem 19-stündigen Flug über 830 km von Madrid nach Rabat (Marokko) erstmals ein Interkontinentalflug mit einem solarbetriebenen Flugzeug. Das Solar Impulse genannte Projekt wurde von den Schweizern Bertrand Piccard und André Borschberg ins Leben gerufen.

Der für den Rekordflug verwendete Prototyp HB-SIA hat bei einer Spannweite von 64 m eine maximale Masse von 1.6 Tonnen. Für den Antrieb sorgen vier Propeller, welche von je einem Elektromotor mit 10 PS Leistung angetrieben werden. Der Wirkungsgrad der rund 12'000 Solarzellen auf der Flügeloberseite beträgt 22.5 %. (By)

- a) Berechnen Sie die durchschnittliche Geschwindigkeit während des Rekordflugs. Drücken Sie das Resultat in der Einheit m/s aus. 3
- b) Beim Start hob das Flugzeug nach ca. 100 m mit der Startgeschwindigkeit von 35 km/h ab. Berechnen Sie die mittlere Beschleunigung und die mittlere Antriebsleistung während der Startphase. Welche Annahmen und Vereinfachungen treffen Sie für Ihre Rechnungen? Zeigen Sie, dass die erforderliche Antriebsleistung deutlich kleiner als die maximale Motorenleistung ist. 12
- c) Wie gross muss die mit Solarzellen bedeckte Flügelfläche sein, damit bei optimaler Sonneneinstrahlung die von den Elektromotoren aufgenommene Leistung geliefert werden kann? Warum ist die tatsächliche Fläche wesentlich grösser? 8
- d) In der Nacht werden die Motoren ausgeschaltet. Dank seiner hervorragenden Gleitfähigkeiten sinkt das Flugzeug auf eine horizontale Strecke von 35 m um nur 1 m nach unten. Zeichnen Sie in einer Skizze die Kräfte ein, welche beim gleichmässigen Sinkflug auf das Flugzeug wirken. Wie gross ist die resultierende Kraft? 6
- e) Um die für den Flug benötigte Geschwindigkeit zu halten, sind im Mittel etwa 6 kW Leistung erforderlich. In der Nacht wird dies durch das langsame Sinken erreicht. Während des Rekordflugs sank das Flugzeug von 9 000 m bis auf 1 500 m ab. Wie lange dauerte der Sinkflug? 5
- f) In der Reiseflughöhe von 8 500 m ist der Luftdruck ca. dreimal kleiner als auf Meereshöhe. Die Temperatur der Luft betrug -40°C . Berechnen Sie die Dichte der Luft unter diesen Bedingungen aus der Dichte bei Normalbedingungen. 5
- g) Die vier Propeller der HB-SIA haben einen Durchmesser von 3.5 m und drehen maximal mit vergleichsweise langsamen 400 Umdrehungen pro Minute. Wie schnell bewegen sich die Enden der Propellerblätter? Berechnen Sie zum Vergleich die Schallgeschwindigkeit in der Reiseflughöhe. 9

V Entdeckung des Positrons

Vor 100 Jahren (1912) entdeckte Viktor Hess die Höhen- oder kosmische Strahlung. Vor 80 Jahren (2. August 1932) entdeckte Carl Anderson in der Höhenstrahlung das Positron, siehe Abbildung 2, das erste Antimaterie-Teilchen. Beide erhielten 1936 den Nobelpreis.

Abbildung 2: Ein Positron tritt von unten in die Nebelkammer ein, durchschlägt eine Bleiplatte von 6 mm Durchmesser und bewegt sich weiter auf seiner gekrümmten Bahn. Senkrecht zur Zeichenebene ist ein Magnetfeld von 15 000 Gauss angelegt. Das Positron hat 63 MeV vor der Bleiplatte und nachher 23 MeV kinetische Energie. Die Bahnen haben Krümmungsradien von 14 cm respektive 5.0 cm. Die Nebelkammer ist 1 cm tief und hat 14 cm Durchmesser. Quelle: Phys. Rev. 43 (1933) p. 491 (via www.cern.ch)

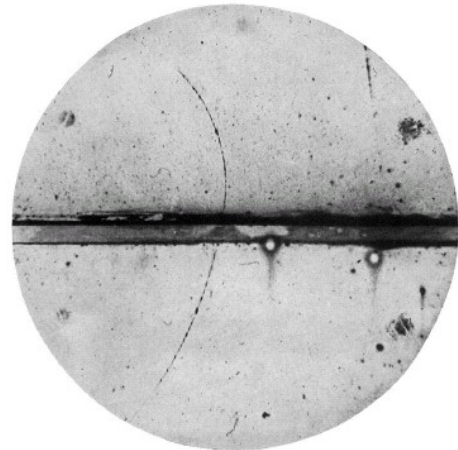


FIG. 1. A 63 million volt positron ($H\beta = 2.1 \times 10^9$ gauss-cm) passing through a 6 mm lead plate and emerging as a 23 million volt positron ($H\beta = 7.5 \times 10^8$ gauss-cm). The length of this latter path is at least ten times greater than the possible length of a proton path of this curvature.

- a) Woran hat Anderson erkannt, dass das Teilchen in Abb. 2 aufwärts geflogen ist? Zeigt der magnetische Feldstärkevektor in die Zeichenebene hinein oder heraus? 6
- b) Rechnen Sie die magnetische Feldstärke in Tesla um. 2
- c) Sind 63 MeV mehr oder weniger als die Ruheenergie eines Positrons? Darf man deshalb noch klassisch rechnen oder muss man die Relativitätstheorie bemühen? 5
- d) Berechnen Sie aus dem kleineren Bahnradius den Impuls des Positrons. Sie dürfen klassisch rechnen, die Schlussformel gilt klassisch und relativistisch. 6
- e) Was passiert, wenn das Positron auf ein Elektron trifft? 3
- f) Sie haben im Praktikum eine Nebel- oder Wilsonkammer gesehen. Wie funktioniert sie? 4
- g) Ende 1995 gelang es am CERN erstmals, einige Atome Antiwasserstoff zu erzeugen. Aus welchen Teilchen ist Antiwasserstoff aufgebaut? (beschriftete Skizze) Was erwartet man, wenn das Bohrsche Modell des Wasserstoffatoms auf Antiwasserstoff übertragen wird? (in Worten) 6