

Teil A

Kurzfragen

Nachname: _____

Vorname: _____

Punkte:

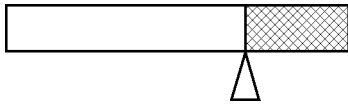
Dauer: maximal 60 Minuten

Hilfsmittel: keine

Die Aufgaben müssen direkt auf diese Aufgabenblätter gelöst werden. Rechenergebnisse sollen in Dezimalform mit 10 % Genauigkeit angegeben werden. Lösungswege sind nicht verlangt. Falls richtige Lösungsansätze oder Begründungen kurz skizziert werden, kann es auch bei falschen Resultaten noch Punkte geben. Antworten zu Auswahlfragen (Ja/Nein und ähnliches) **müssen** kurz begründet werden.

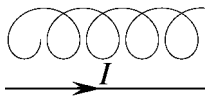
Viel Erfolg!

- 1) Der Balken im Bild balanciert auf der Stütze. Er besteht aus zwei unterschiedlich dichten Teilen gleichen Querschnitts. Auf welcher Seite ist mehr Masse? 1P



- 2) Wer unter Wasser die Augen öffnet, sieht ohne Taucherbrille unscharf. Ist es Kurz- oder Weitsichtigkeit? 1P

- 3) In welcher Richtung durchläuft das Elektron die gezeichnete Bahn über dem Draht? 2P



- 4) Eine PET-Flasche enthält Luft von 1.0 bar. Wie gross wird der Druck, wenn sie sich in der Sonne von 20 auf 50 °C erwärmt? 1P

- 5) Diesen Sommer wurden in Lugano 198 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon gemessen. Wie viele Moleküle sind das pro Kubikmeter? 2P

- 6) Die Trommel (Radius 20 cm) einer Waschmaschine rotiert im Schleudergang mit 1'200 U/min. Wie gross ist die maximale Zentripetalbeschleunigung des Inhalts? 2P

- 7) Ein Styroporquader mit Grundfläche 75 cm^2 ragt 2.0 cm aus dem Wasser heraus. Mit welcher Last (kg) kann man ihn beladen, bevor er versinkt? 1P

- 8) Die Grundfrequenz einer Panflötenpfeife beträgt 1'320 Hz. Welche Frequenz hat der zweite Oberton? 1P

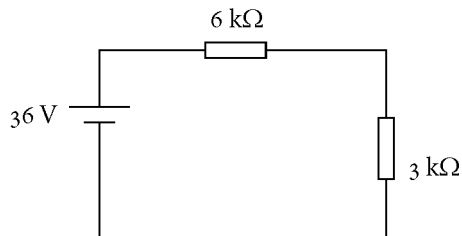
- 9) Ein Käfer mit 10.2 mg Körpermasse kann auf einer glatten Oberfläche eine Zugkraft von 13 mN aufbringen. Wie stark könnte der Käfer sich selbst beschleunigen? 1P

- 10) Radio Beromünster sendet bei 531 kHz. Wie gross ist die Wellenlänge? 1P

11) Setzen Sie jeweils das am besten passende Zeichen aus der Menge $\{>, =, <, \neq\}$ ein.

- a) 35 mbar 3.5 kPa b) 15 A $3 \text{ k}\Omega \cdot 5 \text{ mV}$ c) 2.7 g/cm^3 0.27 kg/m^3
 d) $250 \text{ g} \cdot 30 \text{ m/s}$ 7.5 N e) $84 \text{ }\mu\text{m}$ $8.4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ f) 36 kJ 10 kW/h
 g) 2.3 kN/C 23 V/cm h) 46 g 4.6 cL i) 150 K $-150 \text{ }^\circ\text{C}$ 5P

12) Wie gross ist die im $6 \text{ k}\Omega$ Widerstand erzeugte Leistung? 1P



13) Ein Ball wird mit 12 m/s aufwärts geworfen. Wo befindet er sich nach 2.0 s ? 1P

14) Ein Auto beschleunigt von 50 km/h auf 80 km/h . Um wie viele Prozente nimmt die kinetische Energie zu? 1P

15) Eine elektrisch angetriebene Teleskopsäule kann eine Last von 2000 N mit bis zu 19 mm/s heben. Welche Leistung erbringt sie bei 63% Wirkungsgrad? 1P

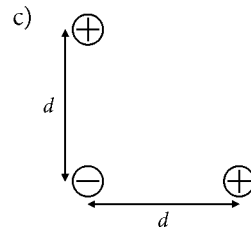
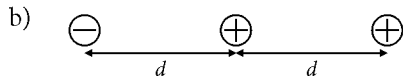
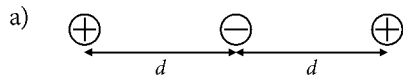
16) In einem Sonnenkollektor von 0.50 m^2 Fläche befinden sich 2.0 cm Wasser. Wie lange dauert es an einem sonnigen Tag, bis die Temperatur $1.0 \text{ }^\circ\text{C}$ gestiegen ist? 2P

17) Eine Halogenlampe mit 12 V Nennspannung soll mit Haushaltsspannung betrieben werden. Geben Sie die Windungszahlen eines geeigneten Transformators an. 1P

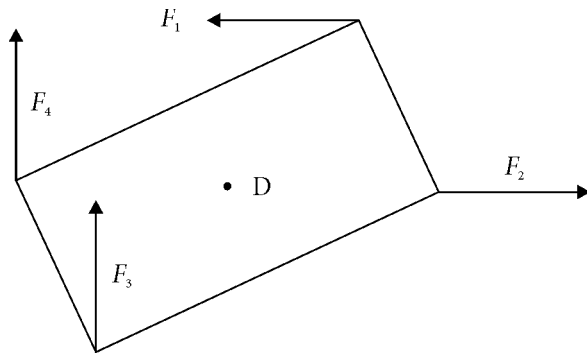
18) Hat eine Fliege mehr oder weniger als 1 Mikrogramm Masse? 1P

19) Welche Umlaufzeit hat ein Planetoid, der doppelt so weit von der Sonne entfernt ist wie die Erde? 1P

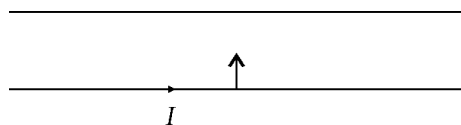
20) Zwei positive und eine negative, gleich grosse Punktladungen werden auf drei Arten angeordnet. Bei welcher ist die Kraft auf die negative Ladung am grössten? 2P



21) Ordnen Sie die Drehmomente der gleich starken Kräfte F_1 bis F_4 bezüglich D nach zunehmender Grösse und geben Sie bei jedem an, ob es rechts- oder linksdrehend ist. Wie gross ist die Lagerkraft in D? 4P



22) Ein stromdurchflossener Draht wird wie abgebildet auf einen zweiten Draht zu bewegt. Zeichnen Sie die Richtung des im zweiten Draht induzierten Stroms ein. 2P



23) Eine Sammellinse mit Brennweite 72 cm steht 1.8 m vor einer weissen Wand. Wo muss ein Gegenstand platziert werden, damit er scharf auf die Wand abgebildet wird? 1P

24) Beim Bau des Lötschbergbasistunnels ist man auf wasserführendes Gestein mit 120 bar Wasserdruck gestossen. Wie tief unter dem Gebirge lag dort der Tunnel? 1P

25) Wie heissen die Grössen mit den Einheiten W/m^2 , dB und Phon? Was sind die Gemeinsamkeiten und was die Unterschiede? 3P

Teil B

Nachname: _____

Vorname: _____

Dauer: drei Stunden

Hilfsmittel: DMK/DPK Formeln und Tafeln ("FoTa") Auflage: _____

Taschenrechner mit Anleitung

Ein eigenhändig beschriebenes A4-Blatt beliebigen Inhalts

Beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt.

Es gelten die üblichen Prüfungsregeln: Bei Rechnungsaufgaben erst eine Schlussformel 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.	2.	3.	4.	5.	6.	Total

1. Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC)

Im RHIC am Brookhaven National Laboratory werden Goldatomkerne auf 99.995% der Lichtgeschwindigkeit resp. 20'000 GeV Gesamtenergie beschleunigt.

[nach www.bnl.gov/RHIC, abgerufen am 21. April 2005]

- Wie viele Nukleonen, Neutronen und Protonen hat ein Goldatomkern? 3P
- Welche Relativgeschwindigkeit (v/c) folgt aus der Gesamtenergie des Kerns? 5P
- Wie gross ist die kinetische Energie des Kerns? 4P
- Welche Beschleunigungsspannung ist für diese Energie mindestens nötig? 4P
- Ist die Energie gross genug, um den Kern bei einem Aufprall in seine Bestandteile (einzelne Nukleonen) aufzubrechen? 4P
- Berechnen Sie mit einer Formel aus der FoTa den Radius eines ruhenden Goldatomkerns. Welchen Radius ergäbe eine Messung in Bewegungsrichtung bei 99.995% der Lichtgeschwindigkeit? 8P

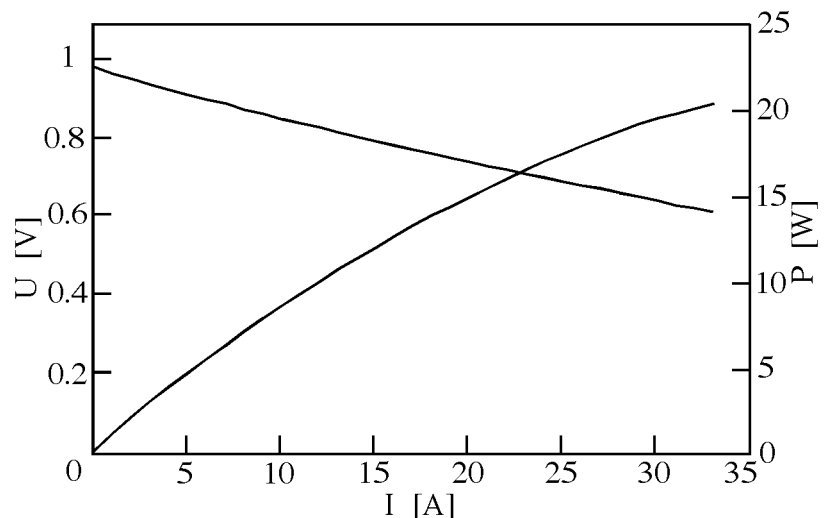
2. Charakteristik einer Brennstoffzelle

Eine Brennstoffzelle ist eine Art wiederauffüllbare Batterie, in der die chemische Energie der zugeführten Stoffe in elektrische Energie umgewandelt wird.

Abb. Spannung und Leistung als Funktion des Stromes, gemessen an einer neu entwickelten Brennstoffzelle.

Nach "Application of ceramic nanopowders in solid oxide fuel cell cathodes"
P. Holtappels et al. EMPA

Jahresbericht 2003 S. 20



- Begründen Sie, warum die fallende Kurve die Spannung und die steigende die Leistung als Funktion des Stromes darstellt. 2P
- Die $U(I)$ -Kennlinie ist praktisch eine Gerade. Zeichnen Sie mit Lineal die am besten passende Gerade dazu. Bestimmen Sie aus den Eigenschaften dieser Geraden den Innenwiderstand der Brennstoffzelle und die Leerlaufspannung (Urspannung). 6P
- Wie gross wäre der Kurzschlussstrom? 4P

Rechnen Sie im Folgenden mit Innenwiderstand $10 \text{ m}\Omega$ und Urspannung 1.0 V .

- Wie gross wird der Strom, wenn man einen 0.30Ω Widerstand anschliesst? 4P

- e) (Forts.) Geben Sie eine Formel an für die abgegebene Leistung $P(I)$ und zeichnen Sie den Graphen von $P(I)$ mit Zahlen. Diskutieren Sie den Graphen resp. die Formel. 8P

3. Essay: "Winzige Menge Uran in japanischem KKW vermisst."

In einem japanischen Atomkraftwerk werden 1,7 Tausendstelgramm angereicherten Urans vermisst. Wie das Wissenschaftsministerium in Tokio am Freitag erklärte, war die Präsenz des Materials zuletzt bei einer Inspektion in der Takahama-Anlage in der Präfektur Fukui Anfang Juli 2004 bestätigt worden. Ermittlungen seien eingeleitet worden. (ap)"

[NZZ, 25. Juni 2005] Erde enthält normalerweise 2-3 g Uran pro Tonne, ein Mensch 30-60 μ g. Nehmen Sie an, das vermisste Uran bestehe aus U-235.

- a) Welche Kantenlänge hätte ein Würfel aus dem vermissten Uran ungefähr? 4P
 b) Welche Aktivität hat diese Uranmenge? 5P
 c) Schreiben Sie ca. 200 Worte/eine Seite über die Vor- und Nachteile einer rigorosen Kontrolle radioaktiven Materials angesichts des oben wiedergegebenen Textes sowie von a) und b). Beurteilt werden sachliche Richtigkeit, angemessene Vollständigkeit, Aufbau, Klarheit des sprachlichen Ausdrucks und Rechtschreibung. 20P

4. Lautsprecher

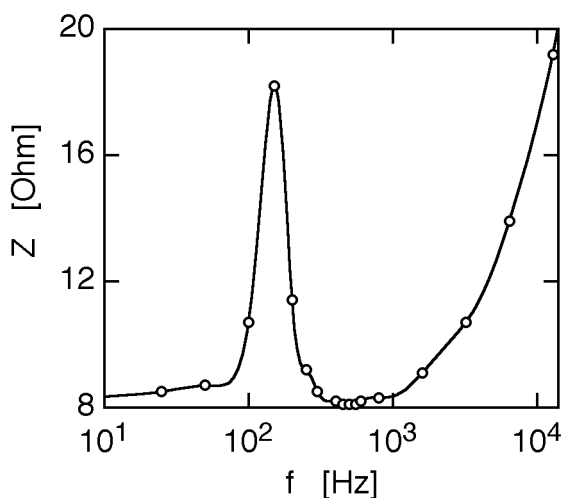


Abb. Impedanz eines Lautsprechers als Funktion der Frequenz (Byland, 27. Juli 2005). Die Kreise stellen die Messwerte dar, die Kurve ist eine optische Hilfe.

Der einfache dynamische Lautsprecher trug die Aufschrift „10 W/8 Ω /80 – 20'000 Hz“.

Der mit einem Multimeter gemessene ohmsche Widerstand betrug 7.9 Ω .

- a) Beschreiben Sie anhand einer Skizze die Funktionsweise eines Lautsprechers. 5P
 b) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild für den Stromkreis bestehend aus Spannungsquelle und Lautsprecher. Fassen Sie den Lautsprecher als eine Serieschaltung aus einer idealen Spule und einem ohmschen Widerstand auf. 3P

f [Hz]	800	1'600	3'200	6'400	12'800
Z [Ω]	8.3	9.1	10.7	13.9	19.2

Tabelle: Einige Werte aus der Messreihe (Byland, 27. Juli 2005)

- c) Berechnen Sie für die Frequenzen in der Tabelle die Impedanz der idealen Spule. (Rechnung ein Mal vollständig vorführen, restl. Resultate in Tabellenform.) 8P

- d) (Forts.) Prüfen Sie, ob die Impedanz proportional zur Frequenz ist. Bestimmen Sie mit einer linearen Regression die Induktivität der Lautsprecherspule. Halten Sie die Regressionsfunktion mit den berechneten Parametern fest (inkl. Einheiten). 10P
- e) Im Diagramm ist bei ca. 150 Hz eine deutliche Spitze erkennbar. Geben Sie eine mögliche Erklärung dafür. 3P

5. Akustik in einem Freiluftkonzert

In einer Serenade im Park der Villa Schönberg spielte ein Geiger 2.5 m vor einer Wand, ich sass 14.7 m vor dem Geiger und hörte ihn mit einer Lautstärke von 48 dB.

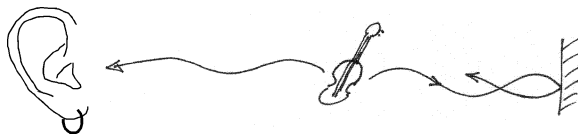


Abb. Ohr-Geige-Rückwand

An der Wand befindet sich ein Knoten, bei der Geige ein Schwingungsbauch der Schallwelle.

- a) Wie viel Schalleistung sendet die Geige aus? (Reflexionen nicht berücksichtigen)
Welche Annahme müssen Sie treffen, um die Aufgabe lösen zu können? 6P
- b) Welche Frequenzen kommen im Spektrum einer schwingenden g-Saite vor? 5P
- c) Der Direktschall und die reflektierte Welle überlagern sich in meinem Ohr. Für welche Wellenlängen (formal) und Freq. (numerisch) tritt destruktive Interferenz auf? (20 °C) 6P
- d) Vergleichen Sie die Antworten von b und c. Was schliessen Sie daraus? 3P
- e) Ändert die Interferenz, wenn ich das Ohr von der Geige entferne? 2P
- f) Warum ist diese destruktive Interferenz in realen Konzerten kaum wahrnehmbar? 3P

6. Optisch Parametrischer Oszillator (OPO)

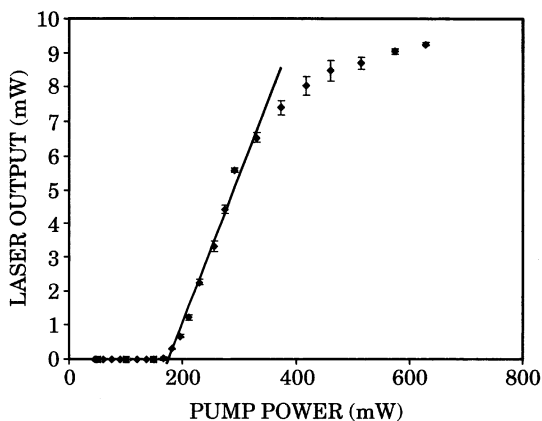


Abbildung: 2004 wurde ein Siliziumchip fabriziert, der das Signal in einer angesetzten Glasfaser verstärken kann. Bestrahlt man den Siliziumchip mit Infrarot aus einer separaten Laserdiode ("PUMP POWER" bei 1.55 μm), so wandelt er das Infrarot in Laserstrahlung ("LASER OUTPUT") mit 1.69 μm um.
[adaptiert nach Physics Today Apr. 2005 p. 20]

- a) Wie gross ist der Wirkungsgrad bei 250 mW Pumpleistung? 3P
- b) Wie gross ist der maximale Wirkungsgrad etwa? Warum kann man trotzdem sagen, dass der OPO das Licht verstärkt? 5P
- c) Welche Bedeutung haben die Balken bei den Messpunkten? 2P
- d) Welche Energie hat ein Photon des Pumplasers? 4P
- e) Wie viele Photonen pro Sekunde erzeugt der OPO bei 7.00 mW output? 5P