

# Teil A

## Kurzfragen

Nachname: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Punkte:

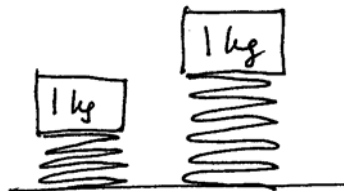
Dauer: maximal 60 Minuten

Hilfsmittel: keine

Schreiben Sie Ihre Lösungen direkt auf diese Blätter in die Lücken zwischen den Aufgaben. Stellen Sie Rechenergebnisse in Dezimalform mit 10 % Genauigkeit dar. Lösungswege sind nicht verlangt. Falls Sie richtige Lösungsansätze oder Begründungen kurz skizzieren, kann es auch bei falschen Resultaten noch Punkte geben. Antworten zu Auswahlfragen (Ja/Nein und ähnliches) **müssen** kurz begründet werden.

Viel Erfolg!

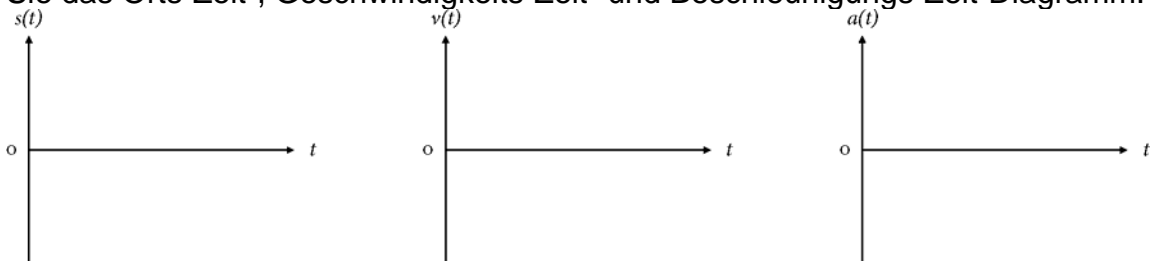
- 1) Beide Massen stehen ruhig auf den Stahlfedern. Welche Feder übt die grössere Kraft auf die Masse aus? 1P



- 2) Die Britin Tanya Streeter erreichte in der Karibik 122 m Meerestiefe ohne Atemgerät. Sie hielt während 3 Minuten und 38 Sekunden die Luft an. [Reuters, 22. Juli 2003] Um welchen Faktor wurde die Luft in ihren Lungen komprimiert? 2P

- 3) Mit welcher Geschwindigkeit in m/s muss sich ein Teilchen bewegen, damit sich seine Lebensdauer verdoppelt? 2P

- 4) Ein Ball wird senkrecht nach oben geworfen und fällt wieder nach unten. Skizzieren Sie das Orts-Zeit-, Geschwindigkeits-Zeit- und Beschleunigungs-Zeit-Diagramm.



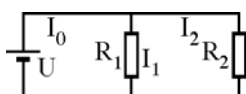
- 5) Die Abbildung zeigt die Coulombkräfte, welche auf zwei Punktladungen wirken. Konstruieren Sie im gleichen Massstab den Kraftvektor für eine Punktladung - 2 nC, die genau in der Mitte zwischen den beiden vorhandenen Ladungen platziert wird. 3P



- 6) Ein 800 W -Tauchsieder heizt 800 g Wasser während 210 s. Wie viel steigt die Wassertemperatur? 2P

- 7) Zwei Kräfte greifen rechtwinklig zu einander einen Körper an. Die resultierende Kraft ist doppelt so gross wie die kleinere der beiden Kräfte. Bestimmen Sie das Verhältnis zwischen den beiden Einzelkräften. 1P

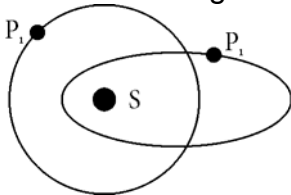
- 8) Wie gross sind die drei Ströme? ( $U = 12 \text{ V}$ ,  $R_1 = 4 \Omega$ ,  $R_2 = 6 \Omega$ ) 3P



9) Wie schnell fährt ein Auto mit 1 Tonne Masse und 1 kWh kinetischer Energie? 2P

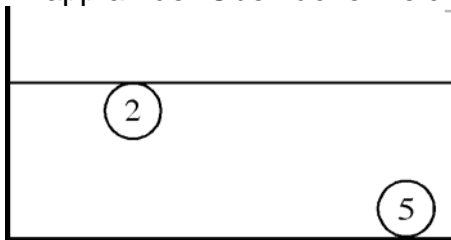
10) Wie gross ist der Widerstand einer 220 V - 100 W Glühlampe?  
Erfüllt eine Glühlampe das ohmsche Gesetz? 2P

11) Die Abbildung zeigt die Umlaufbahnen zweier Planeten um einen Stern. Welcher Planet hat die grössere Umlaufzeit? 1P



12) Nennen Sie zwei Anwendungen der Lorentzkraft in Natur oder Technik. 1P

13) Fünf Kugeln mit gleichem Volumen aber deutlich unterschiedlicher Masse werden ins Wasser geworfen. Die schwerste sinkt zu Boden und die zweit-leichteste schwimmt noch ganz knapp an der Oberfläche. Zeichnen Sie die anderen drei ein. 2P



14) Wie ist der zeitliche Verlauf der Haushalt-Netzspannung? Geben Sie eine Formel an und daneben die Zahlenwerte der Konstanten. 1P

15) Der NASA-Rover Spirit hat in drei Stunden ein 2.65 mm tiefes Loch in einen Mars-Felsen gebohrt. [20 Minuten, 9. Feb. 2004]  
Wie gross ist die mittlere Bohrgeschwindigkeit in Mikrometern pro Sekunde? 1P

16) Welche einfachere Einheit verbirgt sich hinter  $(V \cdot C)/N$ ? 1P

17) Ein Auto fährt mit 100 km/h. Die Luftwiderstandskraft ist 300 N. Wie gross ist die Luftwiderstandskraft bei 140 km/h? 1P

18) Welche Stoffmenge an Wassermolekülen ist in 90 g Wasser enthalten? 2P

- 19) Stellen Sie in der abgebildeten gedackten Pfeife der Länge  $l = 25$  cm den 2. Oberton graphisch dar. Ermitteln Sie die Frequenz des 2. Obertons.



3P

- 20) Die Pendelmasse eines Federpendels wird aus der Gleichgewichtslage ausgelenkt und aus dem Stillstand losgelassen. Nach 1.50 s erreicht ihre kinetische Energie zum zweiten Mal ein Maximum. Wie gross ist die Frequenz der Schwingung? 2P
- 21) Auf einem Spielplatz dient ein in der Mitte drehbar gelagerter Balken als Wippe. Hänsel (72 kg) setzt sich drei Meter vom Drehpunkt entfernt auf den Balken. Wo muss sich Gretel (48 kg) hinsetzen, damit die Wippe im Gleichgewicht ist? 1P
- 22) Ein Herd erzeugt Mikrowellen von 2450 MHz. Wie gross ist die Wellenlänge? 1P
- 23) Ein Leiter von 2.0 cm Länge erfährt zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten eine maximale Kraft von 3.2 mN, wenn ein Strom von 5.0 A fliesst. Wie gross ist die magnetische Induktion B? 1P
- 24) Das Rad einer Lok 2000 hat 1100 mm Durchmesser. Die Lok sei mit 12.10 m/s unterwegs. Mit welcher Frequenz dreht sich das Rad? 1P
- 25) Beschreiben Sie "Beschleunigung" in Worten so, dass auch ein Laie alle Aspekte dieses physikalischen Begriffs versteht. 2P
- 26) Physiker der Universität Rochester haben in einem Rubinkristall Licht bei Zimmertemperatur auf 57.5 m/s abbremsen können. [Phys. Rev. Lett. **90**, 113903, 2003] Wie gross ist der absolute Brechungsindex für dieses Licht? 1P
- 27) Eine Feder ist 12 cm lang. Hängt man eine Masse von 0.2 kg an diese Feder verlängert sie sich um 25 %. Wie gross ist die Federkonstante dieser Feder? 1P
- 28) Bei welcher Schallstärke liegt die Hörschwelle des Menschen (1000 Hz)? In welchem Frequenzbereich können wir hören? 2P

# 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

Notieren Sie Ihre Lösungen auf die separat verteilten Blätter. Beginnen Sie für jede Aufgabe eine neue Seite. Es gelten die üblichen Prüfungsregeln: Bei Rechnungsaufgaben erst eine Schlussformel angeben, dann mit den Einheiten einsetzen, dann das Resultat berechnen, vernünftig runden und mit der korrekten Einheit versehen. Formeln, die nicht in der FoTa stehen, müssen hergeleitet werden. Ergebnisse von Teilaufgaben dürfen auf eigene Gefahr weiter verwendet werden. Überlegungsaufgaben müssen mit korrekten, deutschen Sätzen beantwortet werden. Für eine sehr gute Note müssen Sie nicht alle Aufgaben vollständig lösen.

Viel Erfolg!

Punkte

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Total

### 1. Lokomotive 2000

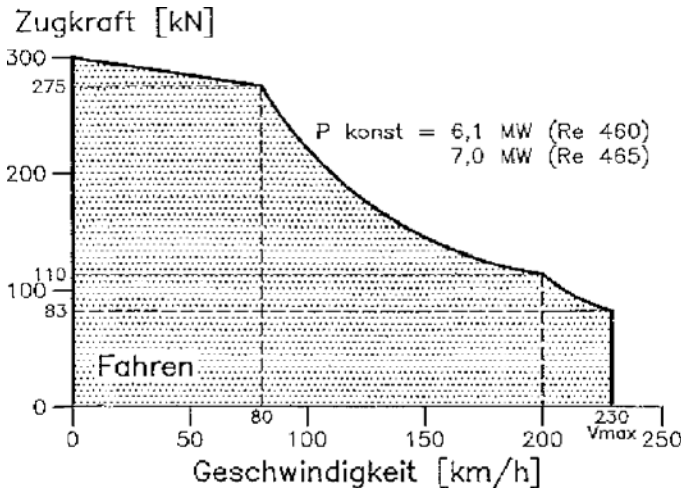


Abbildung 1: Zugkraft-Geschwindigkeits-Diagramm zweier SBB-Lokomotiven.

Beide Loktypen haben 84 t Masse.

- a) Sie brauchen die Formel  $P = F \cdot v$  für diese Aufgabe. Zeigen Sie, dass die Einheiten stimmen, leiten Sie die Formel her und beschreiben Sie, unter welchen Bedingungen die Formel gilt. 6P
- b) Wie nennt man den Kurventyp  $P = \text{const}$  im  $F(v)$ -Diagramm zwischen 80 und 200 km/h? Gehört die Kurve im Diagramm zu einer Re 460 oder einer Re 465? 6P
- c) Welchen Einfluss hat das Haftreibungsgesetz auf das Diagramm? Schätzen Sie den maximalen Haftreibungskoeffizienten ab. 6P

### 2. Kohlekraftwerk

Bei einem Kohlekraftwerk von 680 Megawatt elektrischer Leistung und einem Wirkungsgrad von 45 % werden 600 Tonnen  $\text{CO}_2$  pro Stunde erzeugt. [NZZ, 6. Aug. 2003]

Es werde Anthrazit (Steinkohle) verfeuert, der praktisch aus reinem Kohlenstoff besteht.

- a) Welche chemische Reaktion läuft bei vollständiger Verbrennung der Kohle ab? 1P
- b) Wie viele Tonnen Anthrazit werden in einer Stunde verfeuert? 4P
- c) Wie gross ist die daraus resultierende Heizleistung? 4P
- d) Welchen Wirkungsgrad erhalten Sie mit der berechneten Heizleistung? 3P
- e) Im Kühlturm herrschen 51 °C. Wie hoch ist die Temperatur im Brennkessel mind.? 4P

### 3. Raumsonde Cassini

Am 15. Oktober 1997 startete die Raumsonde Cassini zum Saturn. Zur Energieversorgung hat Cassini Plutonium-238 an Bord. Dessen  $\alpha$ -Zerfall liefert die Energie für einen elektrischen Generator. Beim Start befanden sich 28.8 kg Plutonium an Bord. Die Halbwertszeit von Pu-238 beträgt 87.74 Jahre, die atomare Masse 238.049554 u. Beim Start lieferte der elektrische Generator 888 W.

- a) Wie gross sind Massen- und Ordnungszahl des Tochterkerns? Wie zerfällt dieser? 4P
- b) Berechnen Sie die Aktivität des Plutoniums beim Start der Sonde. 5P
- c) Berechnen Sie aus den Massen von Pu-238, seinem Tochterkern und dem  $\alpha$ -Teilchen (He-4) die freigesetzte Energie pro Zerfall in Joule und MeV. 5P

- d) Welche elektrische Leistung kann der elektrische Generator zum Zeitpunkt der Ankunft der Sonde beim Saturn (Juli 2004, 6.75 Jahre nach dem Start) noch liefern, wenn der Wirkungsgrad als unverändert angenommen wird? 4P

#### 4. Quincke-Rohr

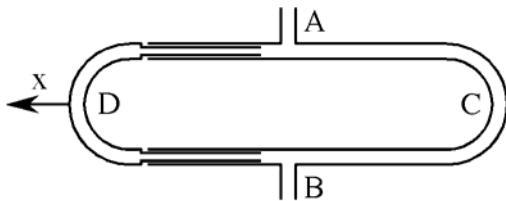


Abbildung 2: Ein Quinckerohr hat einen Eingang A für Schallwellen, einen Ausgang B, einen Arm C fester Länge und einen Arm D, der posaunenartig verlängert werden kann (Position x). Die Schallwellen haben Frequenz  $f = (800.0 \pm 0.5)$  Hz

- a) Vergrössert man den Auszug x, so variiert die Lautstärke am Ausgang zwischen einem Maximum und Minimum hin und her. Warum ist das so? 2P
- b) Der Abstand  $\Delta x$  zwischen zwei Minima erfüllt die Beziehung  $c = 2 f \Delta x$  mit der Schallgeschwindigkeit c. Leiten Sie diese Beziehung her. 3P
- c) Im Experiment findet man  $\Delta x = (21.6 \pm 0.1)$  cm. Berechnen Sie daraus c. 3P
- d) Führen Sie eine Fehlerrechnung für die Schallgeschwindigkeit c durch. 4P

#### 5. Schweissfuss

"Zur Bekämpfung des Fusschweisses habe Geox eine «atmungsaktive, doch wasserdichte» Schuhbesohlung entwickelt. Dabei wurde eine fein gelöcherte Gummisohle mit einer speziellen Membran-Einlage kombiniert, die einerseits (Schweiss-)Dampfmoleküle absorbiert und nach aussen weichen lässt, andererseits aber den grösseren Wassermolekülen keinen Zutritt von aussen gewährt." [NZZ, 28. Juli 2003, S. 13]

- a) Die Neue Zürcher Zeitung wirbt bekanntlich mit ihrem Wissen. Schreiben Sie einen kurzen Leserbrief, in dem Sie zeigen, dass Sie es besser wissen!
- b) Welche atomaren Eigenschaften konnte Niels Bohr erklären?  
Beurteilt werden sachliche Richtigkeit, angemessene Vollständigkeit, Aufbau, Klarheit des sprachlichen Ausdrucks und Rechtschreibung. Erwartet wird etwa eine Seite Text. 20P

#### 6. Schwingende Kompassnadel

Tippt man eine Kompassnadel leicht an, beginnt sie zu schwingen. Die Schwingungsdauer hängt insbesondere von der Stärke der Horizontalkomponente  $B_H$  des Erdmagnetfelds ab. Die Formel für die Dauer T ungedämpfter Schwingungen kleiner Amplitude lautet:

$$T \approx 2\pi \sqrt{\frac{J}{p_m B}}$$

Darin ist J das Trägheitsmoment und  $p_m$  das magnetische Dipolmoment der Magnetnadel.

B [mT]	0.48	0.71	0.95	1.44	1.96
T [s]	0.66	0.52	0.47	0.37	0.30

[By 2004]

Tabelle 1: Schwingungsdauer einer 4.5 cm langen Kompassnadel in einer stromdurchflossenen, schlanken Spule mit acht Windungen pro Zentimeter. Im Erdmagnetfeld alleine ist  $T = 3.1$  s.

- a) Stellen Sie die Messwerte von Tabelle 1 grafisch so dar, dass sich eine Gerade ergibt. Auf der Abszisse müssen Sie die B-Feld-Werte abtragen. Was auf der Ordinate? 5P
- b) Führen Sie eine lineare Regression durch. Schreiben Sie die Regressionskoeffizienten vernünftig gerundet und mit korrekter Einheit auf. Welche Bedeutung haben sie? 3P
- c) Was folgt aus den Messungen für die Horizontalkomponente des Erdmagnetfelds? 3P
- d) Wie gross war bei 1.96 mT der Strom durch die Spule? 4P

### 7. Magneto-hydrodynamischer Antrieb

Bei einem MHD-Antrieb wird der Schub durch ein Zusammenspiel magnetischer und elektrischer Felder erzeugt. Folglich gibt es keine Propellergeräusche, was diesen Antrieb vor allem fürs Militär (z.B. U-Boote) interessant macht.

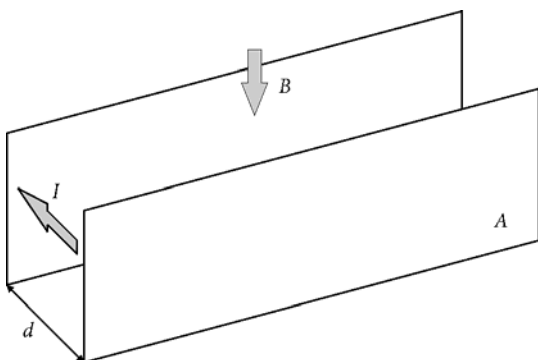


Abb. 3: (Modellversuch) Zwischen zwei rechteckigen Metallelektroden mit Querschnittsfläche  $A = 91 \text{ cm}^2$  und Abstand  $d = 3.7 \text{ cm}$  floss ein Strom  $I = 107 \text{ A}$ . Senkrecht zum Strom und parallel zu den Elektroden wurde ein homogenes Magnetfeld der Stärke  $B = 0.72 \text{ T}$  angelegt. Zwischen den Elektroden befand sich Salzwasser mit einem spezifischen elektrischen Widerstand  $0.21 \text{ } \Omega\text{m}$ .

- a) Beschreiben Sie, wie in dieser Anordnung der Antrieb des mit den Elektroden verbundenen Boots zustande kommt. In welche Richtung bewegt es sich? 3P
- b) Berechnen Sie den Betrag der Antriebskraft. 3P
- c) Berechnen Sie den Widerstand zwischen den Elektroden. 4P
- d) Wie gross ist die angelegte Spannung? 3P

### 8. Signalgeschwindigkeit in Glasfasern

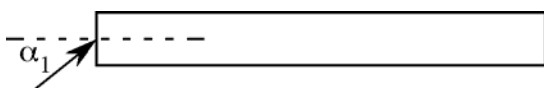


Abb. 4: Gerade Plexiglasfaser von 0.20 mm Durchmesser und 3.80 m Länge in Luft.

- a) Wie lange braucht Licht, um die Faser der Länge nach ( $\alpha_1 = 0$ ) zu durchlaufen? 4P
- b) Wie gross ist der Brechungswinkel für  $\alpha_1 = 13.8^\circ$ ? 4P
- c) Wie lange braucht Licht, um die Faser schräg ( $\alpha_1 = 13.8^\circ$ ) zu durchlaufen? 5P
- d) Wie gross darf  $\alpha_1$  werden, damit Licht noch durch Totalreflexion geleitet wird? 4P