

Name: .....

## Abschlussprüfung 2008

Fach: Physik  
 Datum: 18. Juni 2008  
 Zeit: 18:00 – 20:00  
 Dauer: 2h  
 Maximale Punktzahl: 63\*

### Zugelassene Hilfsmittel:

- ◆ Ein Taschenrechner<sup>a</sup>
- ◆ Eine gedruckte Formelsammlung<sup>b</sup>
- ◆ Eine handschriftliche Formelsammlung<sup>c</sup>

<sup>a</sup>ohne Befähigung zur Textverarbeitung oder drahtloser Kommunikation

<sup>b</sup>ohne ausführliche Theorie (Textbuch für Physik!).

<sup>c</sup>ohne gelöste Beispiele

### Allgemeine Hinweise:

1. Schreiben Sie gleich zu Beginn der Prüfung Ihren Namen auf das erste Aufgabenblatt.
2. Die Heftklammern dürfen nicht geöffnet werden. Falls sie sich unbeabsichtigt lösen, bitte die Aufsichtsperson davon in Kenntnis setzen.
3. Die Aufgaben sollen auf den Aufgabenblättern gelöst werden. Falls der vorgesehene Platz nicht ausreicht, bitte die drei leeren Blätter am Schluss der Prüfung verwenden, mit deutlicher Angabe der Aufgabennummer auf welche sich das Geschriebene bezieht.
4. Auf die Aufgabenblätter darf **nicht** mit Bleistift geschrieben werden. Andernfalls wird die Aufgabe nur mit der halben Punktzahl bewertet.
5. Lose Notizblätter müssen am Schluss der Prüfung in den Prüfungsumschlag gelegt werden. Diese werden jedoch nicht korrigiert, resp. bewertet.
6. Falls nicht anders erwähnt soll stets gelten  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

---

\* Für die Note 6 muss nicht die maximale Punktzahl erreicht werden.

## 1. Teil: Grundlagen

### Aufgabe 1.1: (5 Punkte)

Welche Assoziationen hast du? Mache eine optimale Zuordnung der Terme, Formeln und Aussagen A, B, ..... und O. Die Symbole A, B, C, ..... und O sollen „optimal“ in die schattierte Kolonne platziert werden.

Gegeben	Zuordnung von A, B, .... oder O
$a = \Delta v / \Delta t$	
$1000 \text{ kg/m}^3$	
Kraft · Weg	
$\Omega$	
$mg \sin \alpha$	
Zentrifugalkraft (Fliehkraft)	
Federenergie	
Elektrischer Widerstand eines Drahts	
Bedingung für ein scharfes Bild (Abbildungsgleichung)	
$I_1 : I_2 = R_2 : R_1$	
Lorentzkraft	
Schaltsymbol für Erdung	
Spezifische Wärmekapazität von Wasser	
Brechungsgesetz	
Wärmeausdehnung	

A:  $\frac{1}{2} D y^2$

B: Rechte-Hand-Regel

C: Hangabtriebskraft auf einer schiefen Ebene

D:  $1/f = 1/b + 1/g$

E: Dichte von Wasser

F: SI-Einheit für elektrischen Widerstand

G: 

H:  $4182 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

I:  $\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$

J: Einfachste Definition der Arbeit

K: Stromteilung bei zwei parallelen Widerständen

L: Definition der Beschleunigung

M:  $mv^2/r$

N:  $\rho_e L/A$

O:  $\sin \alpha_1 / \sin \alpha_2 = n_2 / n_1$

**Aufgabe 1.2:** (6 Punkte)

Ordne A, B und C mithilfe der Symbole  $<$  und  $=$  nach zunehmender Grösse, z.B.  $C < A = B$ .

- |    |                          |                                  |                                    |
|----|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| a) | $A = 235 \text{ mV}$     | $B = 3.1 \cdot 10^3 \mu\text{V}$ | $C = 8.2 \cdot 10^{-4} \text{ kV}$ |
| b) | $A = 245 \text{ cm}^2$   | $B = 2.38 \text{ dm}^2$          | $C = 0.024 \text{ m}^2$            |
| c) | $A = 0.38 \text{ Liter}$ | $B = 39 \text{ cL}$              | $C = 0.000'38 \text{ m}^3$         |

**2. Teil: Kurzaufgaben**

Löse **maximal fünf** der zehn Aufgaben.  
Falls vom 2. Teil mehr als fünf Aufgaben gelöst wurden,  
werden die ersten fünf gelösten Aufgaben bewertet.\*

**Kurzaufgabe 2.1:** (4 Punkte)

Ein Ball wird mit einer Geschwindigkeit von  $8 \text{ m/s}$  senkrecht nach oben geworfen. Der Luftwiderstand soll vernachlässigt werden.

- a) Wie lange dauert es, bis der Ball den höchsten Punkt erreicht hat?

- b) Wie hoch über der Abwurfstelle befindet sich der Umkehrpunkt?

---

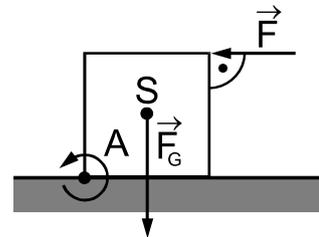
\* Aufgaben mit „Lösungsansätzen“, die nicht bewertet werden sollen, bitte „X-förmig“ durchstreichen.

**Kurzaufgabe 2.2:** (4 Punkte)

Eine Kraft von 800 N beschleunigt einen anfänglich ruhenden frei beweglichen Körper während 18 s. Unmittelbar danach wird die Bewegung durch eine konstante Bremskraft von 6 kN bis zum Stillstand abgebremst. Wie lange muss die Bremskraft wirken, bis der Körper still steht?

**Kurzaufgabe 2.3:** (4 Punkte)

Welche minimale horizontale Kraft  $\vec{F}$  ist erforderlich, um einen würfelförmigen Körper mit einer Gewichtskraft  $\vec{F}_G$  von 740 N um eine Kante A zu kippen? Die Kraft wirkt auf die der Würfelkante A gegenüberliegende Kante.



**Kurzaufgabe 2.4:** (4 Punkte)

Ein zehn Tonnen schwerer Eisenbahnwagen rollt mit einer Geschwindigkeit von  $2\text{ m/s}$  gegen ein Hindernis. Der Aufprall dauert eine halbe Sekunde. Nach dem Aufprall bewegt sich der Wagen mit gleicher Geschwindigkeit in Gegenrichtung.

a) Welche Impulsänderung erfährt der Eisenbahnwagen beim Aufprall?

b) Welchen Kraftstoss übt das Hindernis auf den Eisenbahnwagen aus?

c) Welche mittlere Kraft übt das Hindernis auf den Eisenbahnwagen aus?

**Kurzaufgabe 2.5:** (4 Punkte)

Der Netzanschluss für die Beleuchtung eines Restaurants ist mit einer  $230\text{ V}/10\text{ A}$ -Schmelzsicherung gesichert. Wie viele Leuchtstoffröhren mit einer Leistung von  $27\text{ W}$  kann man an diesem Anschluss betreiben, ohne dass die Sicherung durchbrennt?

**Kurzaufgabe 2.6:** (4 Punkte)

Durch einen Draht fließen pro Stunde 81 Mikrogramm Elektronen. Wie viel Ampere Strom fließen durch den Draht? Jedes Elektron trägt eine Ladung von  $1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  und wiegt  $9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ .

**Kurzaufgabe 2.7:** (4 Punkte)

Meteorologen deponieren an einem abgelegenen Ort ein Messgerät, dem zur Messwerterfassung und zum Senden von Signalen eine elektrische Leistung von 810 mW zugeführt werden muss. Das Gerät wird mithilfe von einem Akku mit 12 V Spannung und einer Entladekapazität von 54 Ah betrieben. In welchen Zeitabständen muss der Akku aufgeladen werden, wenn die Entladung nur bis zu maximal 60% seiner Entladekapazität erfolgen soll? (40% der Entladekapazität des Akku sollen verbleiben!).

**Kurzaufgabe 2.8:** (4 Punkte)

Durch eine Serienschaltung von zwei Widerständen fließt ein Strom von 0.4 A. Wie viel Strom fließt durch eine Parallelschaltung der beiden Widerstände, wenn die gleiche Spannung angelegt wird wie bei der Serienschaltung und ein Widerstand doppelt so groß ist wie der andere?

**Kurzaufgabe 2.9:** (4 Punkte)

Rahel betrachtet in einem 180 cm entfernten Spiegel ihre neuen Schuhe. Der Abstand zwischen Rahels Schuhen und ihren Augen misst 150 cm. Wie lang ist der Weg, den die von den Schuhen ausgehenden und vom Spiegel reflektierten Lichtstrahlen zurückgelegt haben, wenn sie auf Rahels Augen treffen?

**Kurzaufgabe 2.10:** (4 Punkte)

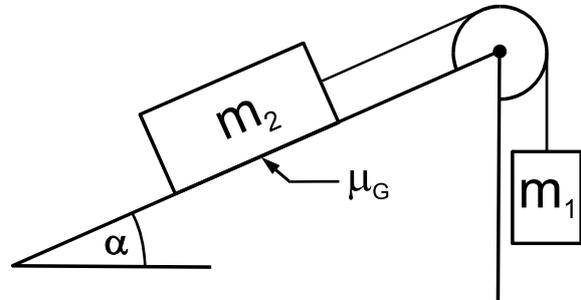
Eine 246 g schwere Metallkugel wird in siedendem Wasser auf 100°C erwärmt und danach in ein dünnwandiges wärmeisoliertes Gefäß mit 480g Wasser von 15°C geworfen. Die spezifische Wärmekapazität von Wasser beträgt 4182 J/(kg·K). Wie gross ist die spezifische Wärmekapazität der Metallkugel, wenn sich eine Mischtemperatur von 19.5°C einstellt?

**3. Teil:**

Löse **maximal vier** der neun Aufgaben  
 Falls vom 3. Teil mehr als vier Aufgaben gelöst wurden,  
 werden die ersten vier gelösten Aufgaben bewertet.\*

**Aufgabe 3.1:** (8 Punkte)

Zwei Körper mit Massen  $m_1$  und  $m_2$  sind mit einem Seil verbunden, das über eine massen- und reibungslose Rolle gespannt ist. Der Körper mit Masse  $m_2$  befindet sich auf einer schiefen Ebene mit einem Neigungswinkel  $\alpha$  von  $35^\circ$ . Der andere Körper baumelt am Seil in der Luft. Am Anfang wird die Schnur festgehalten.



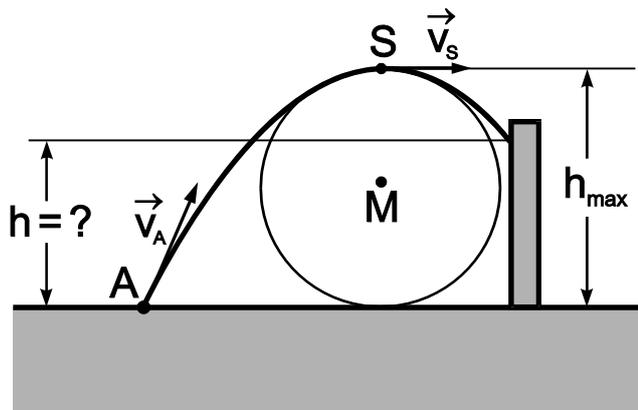
Es sei  $m_1 = 5 \text{ kg}$  und  $m_2 = 20 \text{ kg}$ . Wenn man die Schnur loslässt bewegt sich  $m_2$  nach links und  $m_1$  steigt hoch.

- a) Erstelle die Bewegungsgleichung wenn der Körper mit der Masse  $m_2$  auf der schiefen Ebene reibungslos gleitet, d.h. es sei  $\mu_G = 0$ .
  
- b) Berechne die Beschleunigung  $a$  der Massen, wenn der Körper mit der Masse  $m_2$  auf der schiefen Ebene reibungslos gleitet.
  
- c) Erstelle eine Bewegungsgleichung für den Fall, dass der Körper mit Masse  $m_2$  auf der schiefen Ebene mit einer Reibungszahl  $\mu_G$  von  $0.3$  gleitet.
  
- d) Berechne die Beschleunigung  $a$  der Massen, wenn der Körper mit Masse  $m_2$  auf der schiefen Ebene mit einer Reibungszahl  $\mu_G$  von  $0.3$  gleitet.

\* Aufgaben mit „Lösungsansätzen“, die nicht bewertet werden sollen, bitte „X-förmig“ durchstreichen.

**Aufgabe 3.2:** (8 Punkte)

Bei einem schiefen Wurf liegt der Scheitelpunkt  $S$  der Wurfparabel 245 cm über der Abwurfstelle  $A$ . (In nebenstehender Skizze gilt also  $h_{\max} = 245$  cm). Der Krümmungskreis der Wurfparabel beim Scheitelpunkt berührt die horizontale Ebene in welcher der Punkt  $A$  liegt.



- Mit welcher Momentangeschwindigkeit  $v_S$  durchläuft der Körper den Scheitelpunkt  $S$  der Wurfparabel?
- Wie gross ist die Abwurfgeschwindigkeit  $v_A$ ?
- Auf welcher Höhe  $h$  trifft der Körper auf eine Wand, wenn die Geschwindigkeit beim Aufprall noch halb so gross ist wie  $v_A$ ?

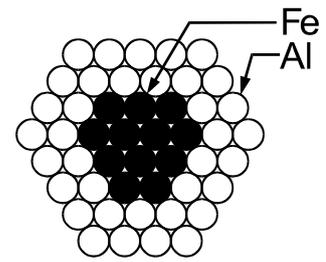
**Aufgabe 3.3:** (8 Punkte)

Ein PW fährt auf einer horizontalen Strecke mit einer Geschwindigkeit von 90 km/h. Der Benzinverbrauch beträgt zwölf Liter pro 100 km. Beim Verbrennen von einem Liter Benzin werden 32 MJ Wärme erzeugt, die vom Motor mit einem Wirkungsgrad von 25% in mechanische Energie verwandelt wird.

- a) Wie gross ist die Nutzleistung des Motors in PS, wenn  $1 \text{ PS} = 736 \text{ W}$ ?
- b) Welche Kraft ist erforderlich um das Fahrzeug in Bewegung zu halten?
- c) Wie gross ist das Drehmoment des Motors, wenn die Drehzahl der Kurbelwelle 2400 U/min misst?

**Aufgabe 3.4:** (8 Punkte)

Ein 7.2 km langes Hochspannungskabel besteht aus Aluminium mit einem Kern aus geflochtenen reissfesten rostfreien Stahldrähten. Bei einem Stromfluss von 7500A soll der Spannungsabfall im Kabel 9kV betragen.



Metall	Spezif. elektr. Widerstand [ $\Omega\text{m}$ ]
Aluminium	$2.65 \cdot 10^{-8}$
Eisen (Stahl)	$9.7 \cdot 10^{-8}$

- a) Wie gross müsste die Querschnittsfläche des Aluminiums sein, wenn man annimmt, dass durch die Stahlstrahlen kein Strom fließt?
- b) Das Eisen im Zentrum des Kabels leitet den Strom ebenfalls. In Wirklichkeit handelt es sich um eine Parallelschaltung von einem Al- und einem Eisendraht. Die Querschnittsfläche des Eisens (Stahl) sei  $65 \text{ mm}^2$ . Wie gross ist der tatsächliche Spannungsabfall im Kabel, wenn die im Teil (a) der Aufgabe berechnete Querschnittsfläche des Aluminiums verwendet wird?

**Aufgabe 3.5:** (8 Punkte)

An einem Fahrzeugreifen werden zwei Messungen wie folgt vorgenommen:

Zustand	Überdruck	Umgebungsdruck	Temperatur	Anzahl Gasteilchen
1	2.10 bar	0.95 bar	17°C	$n_1$
2	2.08 bar	0.99 bar	22°C	$n_2$

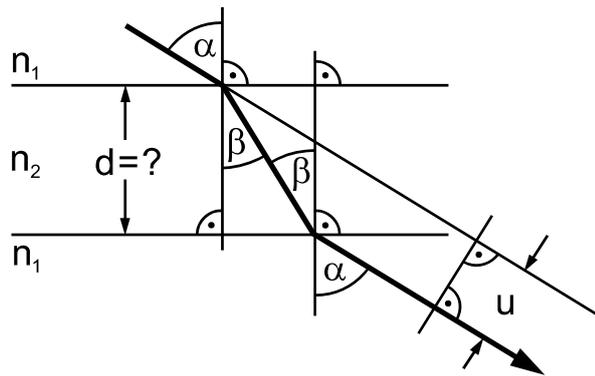
Das Volumen des Reifens sei konstant.

a) Wie gross ist das Verhältnis  $n_2 : n_1$ ?

b) Wie gross ist die Veränderung der Anzahl Gasteilchen in Prozent?

**Aufgabe 3.6:** (8 Punkte)

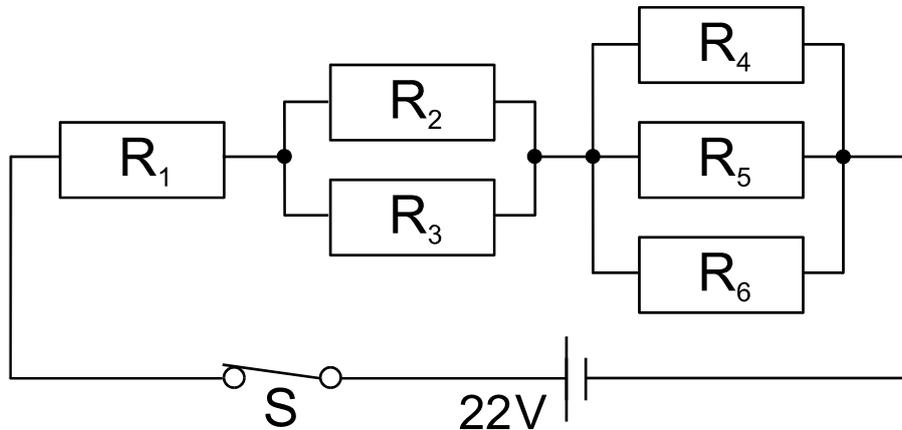
Ein Lichtstrahl trifft mit einem Einfallswinkel  $\alpha$  von  $60^\circ$  auf eine Glasplatte mit einer Brechzahl  $n_2$  von 1.5. Wie gross ist die Dicke  $d$  der Glasplatte, wenn der Lichtstrahl beim Durchdringen der Glasplatte um eine Distanz  $u$  von 4.1mm parallel verschoben wurde? Es sei  $n_1 = 1$ .

**Aufgabe 3.7:** (8 Punkte)

Wenn ein Gegenstand 6 m von einer Linse entfernt ist, so ergibt sich ein scharfes Bild für eine Bildweite von 62.5 cm. Für welche Bildweite entsteht (mit derselben Linse!) ein scharfes Bild, bei einer Gegenstandsweite von 10 m? Berechne auch die Brennweite der Linse!

**Aufgabe 3.8:** (8 Punkte)

Untenstehende Schaltung enthält ein halbes Dutzend gleiche Widerstände.



Es gilt  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 10\Omega$ . Bestimme

- a) den Ersatzwiderstand der Schaltung.
  
- b) wie viele Ampere Strom durch die Schaltung fließen, wenn sie an eine Gleichspannung von 22V angeschlossen wird.
  
- c) die Stromstärken  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5$  und  $I_6$ , der Einzelwiderstände  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$ , resp.  $R_6$ , wenn die Schaltung an eine Gleichspannung von 22V angeschlossen wird.



**Zusatzblatt A:** Für Notizen! Nur im Notfall zum Lösen von Aufgaben verwenden, wobei dann die Nummern der Aufgaben klar ersichtlich gekennzeichnet und Lösungen verschiedener Aufgaben durch waagrechte Striche voneinander getrennt werden sollen. Auf den zugehörigen Aufgaben bitte vermerken „Auf Zusatzblatt A gelöst“.

**Zusatzblatt B:** Für Notizen! Nur im Notfall zum Lösen von Aufgaben verwenden, wobei dann die Nummern der Aufgaben klar ersichtlich gekennzeichnet und Lösungen verschiedener Aufgaben durch waagrechte Striche voneinander getrennt werden sollen. Auf den zugehörigen Aufgaben bitte vermerken „Auf Zusatzblatt B gelöst“.

**Zusatzblatt C:** Für Notizen! Nur im Notfall zum Lösen von Aufgaben verwenden, wobei dann die Nummern der Aufgaben klar ersichtlich gekennzeichnet und Lösungen verschiedener Aufgaben durch waagrechte Striche voneinander getrennt werden sollen. Auf den zugehörigen Aufgaben bitte vermerken „Auf Zusatzblatt C gelöst“.

## Musterlösungen:

1.1. L, E, J, F, C, M, A, N, D, K, B, G, H, O und I

- 1.2. a)  $B < A < C$   
 b)  $B < C < A$   
 c)  $A = C < B$

- 2.1. a)  $\Delta t = \Delta v / g = (8/10) \text{ s} = 0.8 \text{ s}$   
 b)  $h = \bar{v} \cdot \Delta t = [\frac{1}{2}(8 + 0) \cdot 0.8] \text{ m} = 3.2 \text{ m}$

2.2.  $|\Delta p| = F_1 \cdot \Delta t_1 = F_2 \cdot \Delta t_2 \rightarrow \Delta t_2 = F_1 \cdot \Delta t_1 / F_2 = [800 \cdot 18 / 6000] \text{ s} = 2.4 \text{ s}$

2.3. Die Kantenlänge sei  $s$ :  $F \cdot s = F_G \cdot s / 2 \rightarrow F = F_G / 2 = 740 \text{ N} / 2 = 370 \text{ N}$

- 2.4. a)  $\Delta p = m(v - (-v)) = 2mv = 2 \cdot 10'000 \cdot 2 \text{ N} \cdot \text{s} = 40 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{s}$   
 b)  $F \cdot \Delta t = \Delta p = 40 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{s}$   
 c)  $F = \Delta p / \Delta t = 40 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{s} / (0.5 \text{ s}) = 80 \text{ kN}$

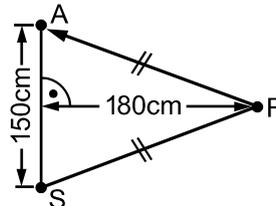
2.5.  $P_{\max} = U \cdot I_{\max} = N \cdot 27 \text{ W} \rightarrow N = U \cdot I_{\max} / (27 \text{ W}) = 230 \cdot 10 / 27 = 85.2 \approx 85$

2.6.  $I = N \cdot e / \Delta t = (m / m_e) \cdot e / \Delta t = [(81 \cdot 10^{-9} / (9 \cdot 10^{-31})) \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} / 3600] \text{ A} = 4 \text{ A}$

2.7.  $P \cdot \Delta t = U \cdot \Delta Q \rightarrow \Delta t = U \cdot \Delta Q / P = [12 \cdot 0.6 \cdot 54 / 0.81] \text{ h} = 480 \text{ h} = 20 \text{ Tage}$

2.8.  $R_1 = 2R_2 \rightarrow R_{\text{Serie}} = 3R_2$  und  
 $R_{\text{Parallel}} = 2R_2 / 3 \rightarrow I_{\text{Parallel}} / I =$   
 $R_{\text{Serie}} / R_{\text{Parallel}} = 3R_2 / (2R_2 / 3) =$   
 $9/2 \rightarrow I_{\text{Parallel}} = 9 \cdot I / 2 =$   
 $9 \cdot 0.4 \text{ A} / 2 = 1.8 \text{ A}$

2.9.  $s = 2\sqrt{180^2 + 75^2} \text{ cm} = 390 \text{ cm}$



2.10. Energiesatz:  $\Delta Q = m_w \cdot c_{pw} \cdot (19.5 - 15) \text{ K} = m_M \cdot c_{pM} \cdot (100 - 19.5) \text{ K} \rightarrow$   
 $c_{pM} = m_w \cdot c_{pw} \cdot 4.5 / (m_M \cdot 80.5) = [0.48 \cdot 4182 \cdot 4.5 / (0.246 \cdot 80.5)] \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K}) = 456$   
 $\text{J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$

- 3.1. a)  $F_H - F_{T2} = F_{G1} + F_{T1} \rightarrow m_2(g \sin \alpha - a) = m_1(g + a)$   
 b)  $a = g[(m_2 \sin \alpha - m_1) / (m_1 + m_2)] = 10 \text{ m/s}^2 [(20 \cdot \sin 35^\circ - 5) / (20 + 5)] =$   
 $2.59 \text{ m/s}^2$   
 c)  $F_H - F_R - F_{T2} = F_{G1} + F_{T1} \rightarrow m_2[g(\sin \alpha - \mu_G \cos \alpha) - a] = m_1(g + a)$   
 d)  $a = g[(m_2(\sin \alpha - \mu_G \cos \alpha) - m_1) / (m_1 + m_2)] = 10 \text{ m/s}^2 [(20 \cdot (\sin 35^\circ -$   
 $0.3 \cdot \cos 35^\circ) - 5) / (20 + 5)] = 0.623 \text{ m/s}^2$

- 3.2. a)  $m v_S^2 / r = mg \rightarrow v_S = \sqrt{rg} = \sqrt{h_{\max} g / 2} = \sqrt{2.45 \cdot 10 / 2} \text{ m/s} = 3.5 \text{ m/s}$   
 b) Energiesatz:  $\frac{1}{2} m v_A^2 = \frac{1}{2} m v_S^2 + m g h_{\max} \rightarrow v_A = \sqrt{v_S^2 + 2 g h_{\max}} = \sqrt{3.5^2 + 2 \cdot 10 \cdot 2.45} \text{ m/s} = 7.83 \text{ m/s}$   
 c) Energiesatz:  $\frac{1}{2} m v_A^2 = \frac{1}{2} m (v_A / 2)^2 + m g h \rightarrow h = 3 v_A^2 / (8 g) = 230 \text{ cm}$
- 3.3. a)  $P = [(90 / 100) \cdot 12 \cdot 0.25 \cdot 32 \text{ MJ} / (3600 \text{ s})] \text{ W} = 24 \text{ kW} = 32.6 \text{ PS}$   
 b)  $P = F \cdot v \rightarrow F = P / v = [24'000 / (90 / 3.6)] \text{ N} = 960 \text{ N}$   
 c)  $P = M \cdot \omega \rightarrow M = P / \omega = [24'000 / (2400 \cdot 2\pi / 60)] \text{ Nm} = 95.5 \text{ Nm}$
- 3.4. a)  $R = U / I = [9000 / 7500] \Omega = 1.2 \Omega = \rho_{e,Al} L / A_{Al} \rightarrow A_{Al} = \rho_{e,Al} L / R = [2.65 \cdot 10^{-8} \cdot 7200 / 1.2] \text{ m}^2 = 159 \text{ mm}^2$   
 b)  $R_{Fe} = \rho_{e,Fe} \cdot L / A_{Fe} = [9.7 \cdot 10^{-8} \cdot 7200 / (65 \cdot 10^{-6})] \Omega = 10.745 \Omega \rightarrow R_{\text{Ersatz}} = R \cdot R_{Fe} / (R + R_{Fe}) = [1.2 \cdot 10.745 / (1.2 + 10.745)] \Omega = 1.0794 \Omega \rightarrow U' = R_{\text{Ersatz}} \cdot I = 1.0794 \cdot 7500 \text{ V} = 8.1 \text{ kV}$
- 3.5. a)  $p_1 / (n_1 \cdot T_1) = p_2 / (n_2 \cdot T_2) \rightarrow n_2 : n_1 = (p_2 \cdot T_1) : (p_1 \cdot T_2) = ((2.08 + 0.99) \cdot (273 + 17)) : ((2.10 + 0.95) \cdot (273 + 22)) = 890.3 : 899.75 = 0.9895 : 1$   
 b)  $n_2 = (98.95 / 100) n_1 \rightarrow 1.05\% \text{ weniger Gasteilchen}$
- 3.6.  $\beta = \arcsin(n_1 \cdot \sin \alpha / n_2) = \arcsin(\sin 60^\circ / 1.5) = 35.26^\circ$ .  
 Weg im Glas:  $s = u / \sin(\alpha - \beta)$  und  $d = s \cdot \cos \beta \rightarrow d = u \cdot \cos \beta / \sin(\alpha - \beta) = 4.1 \text{ mm} \cdot \cos 35.26^\circ / \sin(60^\circ - 35.26^\circ) = 8.00 \text{ mm}$
- 3.7.  $1/f = (1/b_1) + (1/g_1) = [(1/62.5) + (1/600)] \text{ cm}^{-1} \rightarrow f = 56.6 \text{ cm} \rightarrow 1/f = (1/b_2) + (1/g_2) \rightarrow b_2 = 1 / [(1/b_1) + (1/g_1) - (1/g_2)] = 1 / [(1/62.5) + (1/600) - (1/1000)]^{-1} \text{ cm} = 60 \text{ cm}$
- 3.8. Es sei  $R = R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 10 \Omega$ .  
 a)  $R_{\text{Ersatz}} = R + (R/2) + (R/3) = 11 R / 6 = 11 \cdot 10 \Omega / 6 = 18.33 \Omega$   
 b)  $I = U / R_{\text{Ersatz}} = (22 / 18.33) \text{ A} = 1.2 \text{ A}$   
 c)  $I_1 = I = 1.2 \text{ A}, I_2 = I_3 = I / 2 = 0.6 \text{ A}, I_4 = I_5 = I_6 = I / 3 = 0.4 \text{ A}$
- 3.9. a) Energiesatz:  $\frac{1}{2} m_p v^2 = 1000 \cdot U \cdot e \rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 1000 \cdot U \cdot e / m_p} = \sqrt{2 \cdot 1000 \cdot 1000 \cdot 1.6022 \cdot 10^{-19} / (1.6726 \cdot 10^{-27})} \text{ m/s} = 1.38 \cdot 10^7 \text{ m/s}$   
 b)  $F_{Zp} = F_L \rightarrow m_p v^2 = e v B \rightarrow B = m_p v / (r \cdot e) = [1.6726 \cdot 10^{-27} \cdot 1.38 \cdot 10^7 / (1.2 \cdot 1.6022 \cdot 10^{-19})] \text{ T} = 120 \text{ mT}$