

Name:

Abschlussprüfung 2009

Fach: Physik
 Datum: 17. Juni 2009
 Zeit: 18:00 – 20:00
 Dauer: 2h
 Maximale Punktzahl: 63*

Zugelassene Hilfsmittel:

- ◆ Ein Taschenrechner^a
- ◆ Eine gedruckte Formelsammlung^b
- ◆ Eine handschriftliche Formelsammlung^c

^aohne Befähigung zur Textverarbeitung oder drahtloser Kommunikation

^bohne ausführliche Theorie (Textbuch für Physik!).

^cohne 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.

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

Nützliche Angaben:

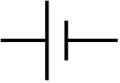
Dichte von Wasser:	$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
Spezifische Wärmekapazität von Stahl:	$c_p = 450 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$
Spezifische Wärmekapazität von Wasser:	$c_p = 4182 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$
Spezifische Verdampfungswärme von Wasser:	$L_v = 2.257 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$
Längenausdehnungskoeffizient von Stahl:	$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Längenausdehnungskoeffizient von Aluminium:	$\alpha = 23.8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Spezifischer elektrischer Widerstand von Kupfer:	$\rho_{el} = 1.7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$
Universelle Gaskonstante:	$R = 8.314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$
Elektrische Feldkonstante:	$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C/(V} \cdot \text{m)}$
Elementarladung:	$e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Ruhemasse des Elektrons:	$m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Falls nicht anders erwähnt soll stets gelten $g = 10 \text{ m/s}^2$

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
Kraft · Weg	
$m \cdot a$	
$1.7 \cdot 10^{-8} \Omega m$	
Ersatzwiderstand für Parallelschaltung von zwei Widerständen	
$(m_1 + m_2) v' = m_1 v_1 + m_2 v_2$	
N/m^2	
Zentripetalkraft	
Formel für Lageenergie	
Volumenausdehnung	
	
$\omega = \Delta\varphi / \Delta t$	
bar	
$\frac{1}{2} Dx^2$	
$p_1 V_1 = p_2 V_2$	
$mg \cos \alpha$	

- A: Normalkraft auf einer schiefen Ebene
- B: Federenergie
- C: Spezifischer elektrischer Widerstand von Kupfer
- D: Isotherme Zustandsänderung eines idealen Gases
- E: Winkelgeschwindigkeit
- F: Einfachste Definition der Arbeit
- G: Trägheitskraft
- H: = 1Pa
- I: Impulserhaltung bei vollkommen unelastischem Stoss
- J: mv^2 / r
- K: $\gamma = 3\alpha$
- L: $1 / [(1/R_1) + (1/R_2)]$
- M: 100'000 Pa
- N: Schaltsymbol für eine Spannungsquelle
- O: $m \cdot g \cdot h$

Aufgabe 1.2: (6 Punkte)

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

- | | | | |
|----|---------------------------|---|-------------------------------------|
| a) | $A = 500 \text{ nm}$ | $B = 0.217 \mu\text{m}$ | $C = 2.19 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$ |
| b) | $A = 3.71 \text{ N/cm}^2$ | $B = 0.95 \text{ N}/(\pi \cdot 2.4 \text{ mm})^2$ | $C = 39.3 \text{ kPa}$ |
| c) | $A = 46.8 \text{ km/h}$ | $B = 141 \cdot 10^3 \text{ cm/min}$ | $C = 1000 \text{ km}/(24\text{h})$ |

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 2 m/s vertikal nach oben geworfen. Der Luftwiderstand soll vernachlässigt werden. Mit welcher Geschwindigkeit prallt der Ball auf den Boden, wenn dieser 3 m tiefer liegt als die Abwurfstelle?

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

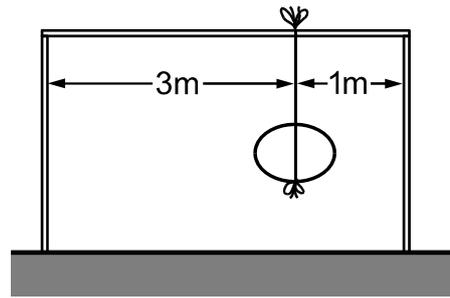
Kurzaufgabe 2.2: (4 Punkte)

Ein 500 g schwerer Ball trifft auf ein Brett, das mithilfe von zwei langen dünnen Drähten an der Zimmerdecke befestigt ist. Der Ball trifft mit einer Geschwindigkeit von 4 m/s aufs Brett und wird mit einer Geschwindigkeit von 2 m/s zurückgeworfen.

- a) Wie gross ist der Impuls (in N·s) des Bretts nach dem Aufprall?
- b) Mit welcher Anfangsgeschwindigkeit weicht das Brett nach dem Aufprall zurück, wenn es 1.5 kg wiegt?

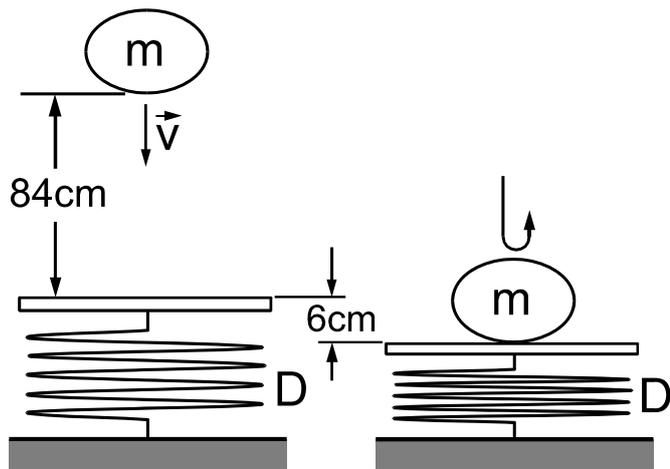
Kurzaufgabe 2.3: (4 Punkte)

Ein 48 kg schwerer Felsbrocken ist mit einem dünnen Seil an einem dünnen (masselosen) horizontalen Balken befestigt. Der Balken liegt auf zwei Pfosten im Abstand von 4 m. Der Felsbrocken ist von einem Pfosten 3 m und vom andern 1 m entfernt. Welche Kräfte übt der Querbalken auf die beiden Pfosten aus?



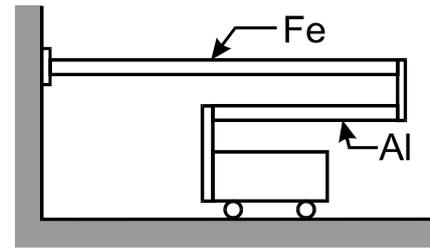
Kurzaufgabe 2.4: (4 Punkte)

Ein 3kg schwerer Stein fällt aus einer Höhe von 84cm auf ein gefedertes dünnes (massenloses) Brett. Wie gross ist die Federkonstante D des Bretts, wenn die Feder beim Aufprall um maximal 6cm gestaucht wurde?



Kurzaufgabe 2.5: (4 Punkte)

Ein Eisenstab von einem Meter Länge und ein Alustab sind an einem Ende miteinander verschweisst. Siehe dazu nebenstehende Figur! Wie lang muss der Alustab sein, damit der Abstand zwischen den freien Enden der Stäbe bei Temperaturänderungen gleich bleibt? (Das Wägelchen in nebenstehender Figur bewegt sich dann nicht!).

**Kurzaufgabe 2.6:** (4 Punkte)

Der Widerstand R_1 ist drei Mal so gross wie der Widerstand R_2 , d.h. $R_1 = 3 R_2$. Werden die beiden Widerstände in Serienschaltung an eine Spannungsquelle angeschlossen, so fließt ein Strom von 300 mA. Wie viel Strom fließt durch eine Parallelschaltung der beiden Widerstände, wenn sie an dieselbe Spannungsquelle angeschlossen wird wie die Serienschaltung?

Kurzaufgabe 2.7: (4 Punkte)

Eine 400 g schwere Stahlkugel wird in einen heißen Pizzaofen deponiert. Nach einiger Zeit wird sie dem Ofen entnommen und rasch in ein dünnwandiges Gefäß mit einem halben Liter Wasser ($\hat{=}$ $\frac{1}{2}$ kg) geworfen. Um wie viele $^{\circ}\text{C}$ hat sich die Kugel im Wasser abgekühlt, wenn die Temperatur des Wassers um 34°C steigt?

Kurzaufgabe 2.8: (4 Punkte)

Der Eiffelturm ist 300.5 m hoch. Wie stark müsste man den Turm abkühlen, damit seine Höhe um einen halben Meter auf exakt 300 m schrumpft? Der Eiffelturm sei aus Stahl.

Kurzaufgabe 2.9: (4 Punkte)

Wie viele Mol Heliumatome hat es in einem Ballon, der bei einem Druck von 1bar und einer Temperatur von 20°C mit fünf Litern Helium gefüllt ist?

Kurzaufgabe 2.10: (4 Punkte)

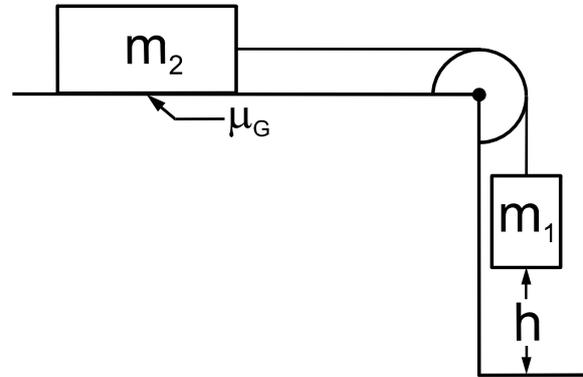
Durch eine Turbine eines Kraftwerks mit einer Nutzleistung von 1MW fließen pro Sekunde 0.4m^3 Wasser, das sich beim Durchlauf um 0.008°C erwärmt. Wie viele Kilowatt Leistung gehen in der Turbine allein infolge der Erwärmung des Wassers verloren?

3. Teil:

Löse **maximal vier** der acht 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 horizontalen Ebene. Der andere Körper baumelt am Seil in der Luft. Er befindet sich auf einer Höhe h von 64 cm über dem Boden. Am Anfang wird der Körper mit Masse m_2 festgehalten. Es sei $m_1 = 5 \text{ kg}$ und $m_2 = 20 \text{ kg}$.



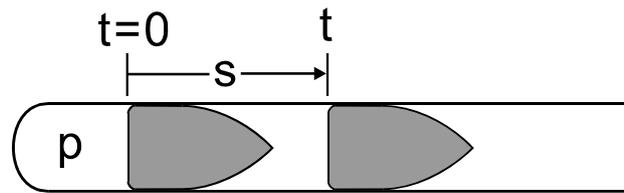
- a) Mit welcher Geschwindigkeit prallt der Körper mit Masse m_1 auf den Boden, wenn der Körper mit Masse m_2 reibungslos auf der horizontalen Unterlage gleitet?

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

- b) In Wirklichkeit gleitet der Körper mit Masse m_2 nicht reibungsfrei auf der horizontalen Unterlage. Wie gross ist der Gleitreibungskoeffizient μ_G , wenn der Körper mit Masse m_1 mit einer Geschwindigkeit von 0.96 m/s auf den Boden prallt?

Aufgabe 3.2: (8 Punkte)

Bei einer 155 mm Panzerhaubitze wird das 8 kg schwere Projektil durch den Druck der Treibgase beschleunigt. Wir nehmen an, dass das Projektil im Rohr gleichförmig beschleunigt wird. Reibung und Luftwiderstand werden vernachlässigt.



- a) Wie gross ist die mittlere Beschleunigung, wenn das Projektil über eine Strecke von 180 cm bis auf eine Mündungsgeschwindigkeit von 900 m/s beschleunigt wird?

- b) Welche mittlere beschleunigende Kraft treibt das Projektil aus dem Rohr?

- c) Wie gross ist der mittlere Druck der Treibgase? (Der Innendurchmesser des Rohrs misst 155 mm).

Aufgabe 3.3: (8 Punkte)

Bei einem Hubschrauber wird ruhende Luft der Dichte 1.2 kg/m^3 aus der Umgebung so beschleunigt, dass sie mit einer Geschwindigkeit v nach unten strömt. Der Luftstrom sei kreisförmig mit einem Radius gleich der Länge der Rotorblätter von 6 m .

a) Wie viel vertikaler Impuls nach unten wird pro Sekunde erzeugt, wenn die Luft mit einer Geschwindigkeit v von 3 m/s nach unten strömt?

b) Auf welche Geschwindigkeit v müsste die nach unten strömende Luft beschleunigt werden, damit sich der Hubschrauber mit einer Gewichtskraft von 4 kN in der Luft halten kann?

Aufgabe 3.4: (8 Punkte)

Durch einen 6 m langen Heizdraht mit einer Querschnittsfläche von 0.4 mm^2 fließt ein Strom von 2 A. Dabei wird Wasser erwärmt. Der beobachtete Temperaturanstieg zeigt, dass dabei pro Minute 7200 J elektrische Energie in Wärme verwandelt wird.

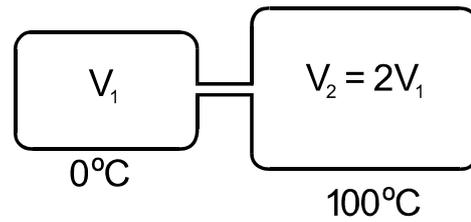
a) Welche Spannung ist zur Aufrechterhaltung des Stromflusses erforderlich?

b) Wie gross ist der Widerstand des Drahts?

c) Wie gross ist der spezifische elektrische Widerstand des Metalls, aus dem der Draht besteht.

Aufgabe 3.5: (8 Punkte)

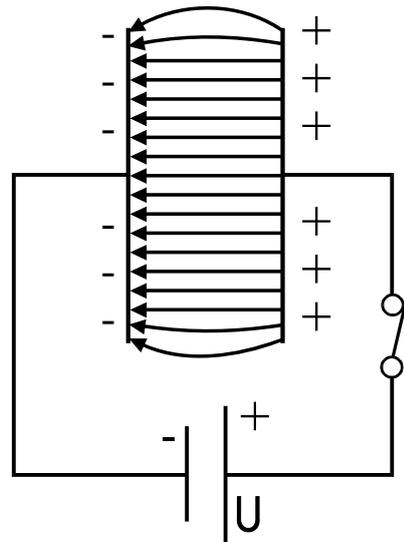
Zwei Gasbehälter sind durch einen dünnen Schlauch miteinander verbunden. In einem Behälter mit einem Fassungsvermögen V_1 von 12 Liter ist die Temperatur 0°C . Im anderen, doppelt so grossen Behälter misst die Temperatur 100°C . Der Druck ist in beiden Behältern gleich 1 bar.



- Wie viele Mol Gasteilchen hat es im kleinen Gasbehälter (V_1)?
- Wie viele Mol Gasteilchen hat es im grossen Gasbehälter (V_2)?
- Welcher Druck stellt sich ein, wenn sich der heisse Behälter abkühlt und der kalte sich erwärmt, bis beide die Umgebungstemperatur 25°C angenommen haben?

Aufgabe 3.6: (8 Punkte)

Ein Plattenkondensator mit einem Plattenabstand von 6 mm und einer Kapazität von 24 pF befindet sich im Vakuum. Der Kondensator wird mit einer Spannungsquelle aufgeladen für welche gilt $U = 30\text{ V}$.

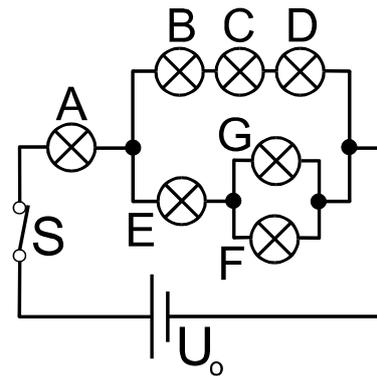


- a) Wie gross ist die Fläche der Platten?
- b) Wie viel Ladung ist auf den Platten gespeichert?
- c) Wie gross ist die elektrische Feldstärke zwischen den Platten?
- d) Ein Elektron löst sich von der negativ geladenen Platte. Wie stark wird es beschleunigt ($a = ?$) und mit welcher Geschwindigkeit prallt es auf die positiv geladene Platte?

Aufgabe 3.7: (8 Punkte)

Nebenstehende Schaltung enthält sieben gleiche Glühbirnen mit je einem Widerstand R . Die angelegte Spannung U_0 misst 24V.

a) In welche Richtung fließt der Strom?



b) Berechne den Widerstand R einer einzelnen Glühbirne, wenn durch die ganze Schaltung ein Strom von 3A fließt.

c) Berechne die von jeder Glühbirne verbrauchte elektrische Leistung. ($P_A = ?$, $P_B = ?$, $P_C = ?$, $P_D = ?$, $P_E = ?$, $P_F = ?$ und $P_G = ?$)

Aufgabe 3.8: (8 Punkte)

Bei einer Kaffeemaschine wird kaltes Wasser mit einer Temperatur von 15°C in einem Rohr bis zum Sieden erhitzt. Durch den dabei entstehenden Dampfdruck wird das erwärmte Wasser über ein Steigrohr nach oben getrieben und über gemahlene Kaffeebohnen geleitet. Wie lange dauert die Zubereitung von 1.5 Liter ($\hat{=}$ 1.5 kg) Kaffee mit einer Kaffeemaschine mit einer Heizleistung von 500 W mindestens, wenn zwei Prozent des Wassers beim Erhitzen als Dampf entweichen? Der Siedepunkt des Wassers sei bei 100°C und seine Dichte sei 1 kg/Liter.

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	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	F	G	C	L	I	H	J	O	K	N	E	M	B	D	A

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

2.1. $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = \sqrt{2^2 + 2 \cdot 10 \cdot 3} \text{ m/s} = 8 \text{ m/s}$

2.2. a) $p_{\text{Brett}} = m_{\text{Ball}}(v_1 - v_1') = 0.5 \cdot (4 - (-2)) \text{ N} \cdot \text{s} = 3 \text{ N} \cdot \text{s}$
 b) $v_{\text{Brett}} = p_{\text{Brett}}/m_{\text{Brett}} = (3/1.5) \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$

2.3. $F_{\text{links}} \cdot 3 \text{ m} = (F_G - F_{\text{links}}) \cdot 1 \text{ m} \rightarrow F_{\text{links}} = F_G/4 = mg/4 = (48 \cdot 10/4) \text{ N} = 120 \text{ N}$.
 $F_{\text{rechts}} = F_G - F_{\text{links}} = mg - F_{\text{links}} = (48 \cdot 10 - 120) \text{ N} = 360 \text{ N}$

2.4. Energiesatz: $mg(h+x) = \frac{1}{2} Dx^2 \rightarrow D = 2mg(h+x)/x^2 = [2 \cdot 3 \cdot 10 \cdot (0.84 + 0.06)/0.06^2] \text{ N/m} = 15 \text{ kN/m}$

2.5. $\Delta L_{\text{Al}} = \Delta L_{\text{Fe}} \rightarrow L_{\text{Al}} \alpha_{\text{Al}} \Delta T = L_{\text{Fe}} \alpha_{\text{Fe}} \Delta T \rightarrow$
 $L_{\text{Al}} = L_{\text{Fe}} \alpha_{\text{Fe}} / \alpha_{\text{Al}} = 1 \text{ m} \cdot 12 / 23.8 = 504 \text{ mm}$

2.6. $U = (R_2 + 3R_2) I_{\text{Serie}} = [3R_2^2 / (R_2 + 3R_2)] I_{\text{Parallel}} \rightarrow I_{\text{Parallel}} = (16/3) I_{\text{Serie}} = 1.6 \text{ A}$

2.7. $m_K \cdot c_K \cdot \Delta T_K = m_w \cdot c_w \cdot \Delta T_w \rightarrow \Delta T_K = m_w \cdot c_w \cdot \Delta T_w / (m_K \cdot c_K) = [0.5 \cdot 4182 \cdot 34 / (0.4 \cdot 450)] \text{ K} = 395 \text{ K} \rightarrow \text{um } 395^\circ\text{C}$

2.8. $\Delta L = L_0 \alpha \Delta T \rightarrow \Delta T = \Delta L / (L_0 \cdot \alpha) = [0.5 / (300.5 \cdot 12 \cdot 10^{-6})] \text{ K} = 139 \text{ K} \rightarrow \text{um } 139^\circ\text{C}$

2.9. $pV = nRT \rightarrow n = pV / (RT) = [100'000 \cdot 0.005 / (8.314 \cdot 293)] \text{ mol} = 0.205 \text{ mol}$

2.10. $P_{\text{Wärme}} = (\Delta m / \Delta t) \cdot c_p \cdot \Delta T = (\rho_w \Delta V / \Delta t) \cdot c_p \cdot \Delta T = (1000 \cdot 0.4 / 1) \cdot 4182 \cdot 0.008 \text{ W} = 13.4 \text{ kW}$

3.1. a) Energiesatz: $\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 = m_1 gh \rightarrow v = \sqrt{2m_1 gh / (m_1 + m_2)} =$
 $\sqrt{2 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 0.64 / (5 + 20)} \text{ m/s} = 1.6 \text{ m/s}$

b) Energiesatz: $\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 + \mu_G m_2 gh = m_1 gh \rightarrow \mu_G = [m_1 gh - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2] / (m_2 gh) = [5 \cdot 10 \cdot 0.64 - \frac{1}{2} (5 + 20) \cdot 0.96^2] / (20 \cdot 10 \cdot 0.64) = 0.16$

3.2. a) $a = v^2 / (2s) = [900^2 / (2 \cdot 1.8)] \text{ m/s}^2 = 2.25 \cdot 10^5 \text{ m/s}^2$

b) $F = m \cdot a = [8 \cdot 2.25 \cdot 10^5] \text{ N} = 1.8 \text{ MN}$

c) $p = F/A = F / (\pi d^2 / 4) = 4F / (\pi d^2) = [4 \cdot 1.8 \cdot 10^6 / (\pi \cdot 0.155^2)] \text{ Pa} = 95.4 \text{ MPa}$

- 3.3. a) $\Delta p / \Delta t = (\Delta m / \Delta t) \Delta v = (\rho \Delta V / \Delta t) \Delta v = (\rho A \Delta s / \Delta t) \Delta v = \rho A \cdot (\Delta v)^2 = \rho \pi r^2 (\Delta v)^2 = 1.2 \cdot \pi \cdot 6^2 \cdot 3^2 \text{ N} = 1.22 \text{ kN} \rightarrow \Delta p = 1.22 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{s}$
 b) $(\Delta v)^2 = (\Delta p / \Delta t) / (\rho \pi r^2) = F_G / (\rho \pi r^2) \rightarrow \Delta v = \sqrt{F_G / (\rho \pi)} / r = [\sqrt{4000 / (1.2 \cdot \pi)} / 6] \text{ m/s} = 5.4 \text{ m/s}$
- 3.4. a) $U = P / I = (\Delta Q / \Delta t) / I = [(7200 / 60) / 2] \text{ V} = 60 \text{ V}$
 b) $R = U / I = [60 / 2] \Omega = 30 \Omega$
 c) $R = 30 \Omega = \rho_{\text{el}} L / A \rightarrow \rho_{\text{el}} = R \cdot A / L = [30 \cdot 0.4 \cdot 10^{-6} / 6] \Omega \text{m} = 2 \cdot 10^{-6} \Omega \text{m}$
- 3.5. a) $n_1 = p_0 V_1 / (R T_1) = [100'000 \cdot 0.012 / (8.314 \cdot 273)] \text{ mol} = 0.529 \text{ mol}$
 b) $n_2 = p_0 V_2 / (R T_2) = [100'000 \cdot 0.024 / (8.314 \cdot 373)] \text{ mol} = 0.774 \text{ mol}$
 c) $p' = (n_1 + n_2) R T' / (V_1 + V_2) = [(0.529 + 0.774) \cdot 8.314 \cdot 298 / (0.012 + 0.024)] \text{ Pa} = 89.6 \text{ kPa}$
- 3.6. a) $C = \epsilon_0 A / d \rightarrow A = C \cdot d / \epsilon_0 = [24 \cdot 10^{-12} \cdot 0.006 / (8.854 \cdot 10^{-12})] \text{ m}^2 = 163 \text{ cm}^2$
 b) $Q = C \cdot U = 24 \cdot 10^{-12} \cdot 30 \text{ C} = 0.72 \text{ nC}$
 c) $E = U / d = 30 \text{ V} / (6 \text{ mm}) = 5 \text{ kV/m}$
 d) $a = F / m_e = E e / m_e = [5000 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19} / (9.109 \cdot 10^{-31})] \text{ m/s}^2 = 8.79 \cdot 10^{14} \text{ m/s}^2$. $v = \sqrt{2 a s} = \sqrt{2 \cdot 8.79 \cdot 10^{14} \cdot 0.006} \text{ m/s} = 3.25 \cdot 10^6 \text{ m/s}$
- 3.7. a) Im Uhrzeigersinn, d.h. zuerst durch A.
 b) $R_{\text{Ers}} = R = 1 / [(1 / (3R)) + (1 / (1.5R))] = 2R \rightarrow U = 2R \cdot I \rightarrow R = U / (2I) = [24 / (2 \cdot 3)] \Omega = 4 \Omega$
 c) $P_A = R \cdot I^2 = 4 \cdot 3^2 \text{ W} = 36 \text{ W}$, $P_B = P_C = P_D = R \cdot (I/3)^2 = 4 \cdot 1^2 \text{ W} = 4 \text{ W}$, $P_E = R \cdot (2I/3)^2 = 4 \cdot 2^2 \text{ W} = 16 \text{ W}$, $P_F = P_G = R \cdot (I/3)^2 = 4 \cdot 1^2 \text{ W} = 4 \text{ W}$
- 3.8. $t = (m / 0.98) [c_p \cdot \Delta T + 0.02 L_v] / P = [(1.5 / 0.98) [4182 (100 - 15) + 0.02 \cdot 2257 \cdot 10^3] / 500] \text{ s} = 1226 \text{ s} \approx 20.4 \text{ min}$