

Name: .....

## Abschlussprüfung 2010

Fach: Physik  
 Datum: 23. Juni 2010  
 Zeit: 18:00 – 20:00  
 Dauer: 2h  
 Maximale Punktzahl: 59\*

### 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.

---

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

## Nützliche Angaben:

Gravitationskonstante:	$G = 6.673 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$
Dichte von Wasser:	$\rho = 1000 \text{ kg} / \text{m}^3$
Spezifische Wärmekapazität von Stahl:	$c_p = 450 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$
Spezifische Wärmekapazität von Wasser:	$c_p = 4182 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$
Spezifische Schmelzwärme von Wasser:	$L_f = 3.338 \cdot 10^5 \text{ J} / \text{kg}$
Spezifische Verdampfungswärme von Wasser:	$L_v = 2.257 \cdot 10^6 \text{ J} / \text{kg}$
Längenausdehnungskoeffizient von Eisen (Stahl):	$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Längenausdehnungskoeffizient von Kupfer:	$\alpha = 16.8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Längenausdehnungskoeffizient von Aluminium:	$\alpha = 23.8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Universelle Gaskonstante:	$R = 8.314 \text{ J} / (\text{mol} \cdot \text{K})$
Elektrische Feldkonstante:	$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C} / (\text{V} \cdot \text{m})$

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

## Bewertungsschema:

Die Prüfung ist unterteilt in drei Kategorien von Aufgaben. Die maximale Punktzahl ist 59. **Für die Note 6 ist nicht die maximale Punktzahl erforderlich.**

**Notengebung:**  $\text{Note} = \frac{\text{Anzahl Punkte}}{10} + 1$

Punkte	Note	Punkte	Note	Punkte	Note
0	1	17	2.5	34	4.5
1	1	18	3	35	4.5
2	1	19	3	36	4.5
3	1.5	20	3	37	4.5
4	1.5	21	3	38	5
5	1.5	22	3	39	5
6	1.5	23	3.5	40	5
7	1.5	24	3.5	41	5
8	2	25	3.5	42	5
9	2	26	3.5	43	5.5
10	2	27	3.5	44	5.5
11	2	28	4	45	5.5
12	2	29	4	46	5.5
13	2.5	30	4	47	5.5
14	2.5	31	4	48	6
15	2.5	32	4	49	6
16	2.5	33	4.5	50 - 59	6

## 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
$W = m \cdot g \cdot h$	
$a = v^2 / r$	
$v = \omega \cdot r$	
$R = \rho_e L / A$	
$F \leq \mu F_N$	
$I = U / R$	
$F = m \cdot a$	
$E = \frac{1}{2} m v^2$	
$\Delta W = F \cdot s$	
(Winkel im Bogenmass) / Zeit	
$m v^2 / r$	
$v = 2\pi r / T$	
$F = D \cdot y$	
Ladung / Zeit	
$U \cdot I$	

- A: Widerstand eines Drahts der Länge L
- B: Trägheitskraft
- C: Einfachste Definition der Arbeit
- D: Bahngeschwindigkeit bei einer Kreisbewegung
- E: Definition der Stromstärke
- F: Zentripetalbeschleunigung
- G: Zusammenhang zwischen Winkel- und Bahngeschwindigkeit bei der Rotation
- H: Ohmsches Gesetz
- I: Formel für Zentripetalkraft
- J: Elektrische Leistung
- K: Hubarbeit
- L: Bewegungsenergie
- M: Definition der Winkelgeschwindigkeit
- N: Federkraft (Hookesches Gesetz)
- O: Gesetz für Haftreibung

**Aufgabe 1.2:** (6 Punkte)

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

- |    |                                     |  |  |
|----|-------------------------------------|--|--|
| a) | $A = 0.0043 \text{ km}$             | $B = 47.1 \cdot 10^5 \mu\text{m}$              | $C = 39.2 \cdot 10^3 \text{ mm}$                   |
| b) | $A = 2.70 \text{ kg/dm}^3$          | $B = 2.63 \text{ g/cm}^3$                      | $C = 28.7 \cdot 10^{-10} \text{ mg}/\mu\text{m}^3$ |
| c) | $A = \pi \cdot (2.35 \text{ cm})^2$ | $B = (54 \text{ cm}) \cdot (3400 \mu\text{m})$ | $C = (450 \text{ mm}^3)/(340 \mu\text{m})$         |

**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)

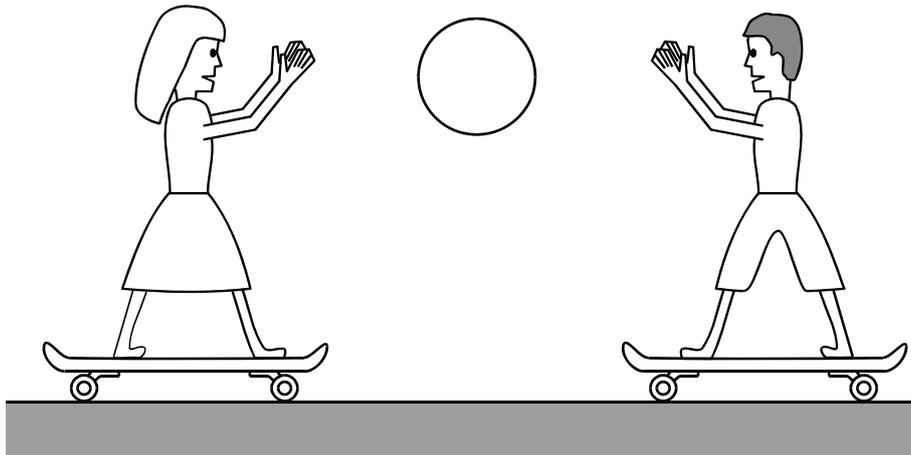
Ein Ball wird mit einer Abwurfgeschwindigkeit  $v_0$  vertikal nach unten geworfen. 60 cm unterhalb von der Abwurfstelle trifft er mit einer Momentangeschwindigkeit von 4 m/s auf den Boden. Der Luftwiderstand soll vernachlässigt werden. Wie gross ist  $v_0$ ?

---

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

**Kurzaufgabe 2.2:** (4 Punkte)

Sandra und Dario stehen im Abstand von 1.2 m auf je einem Skateboard. Siehe dazu untenstehende Skizze! Dario hält einen 2.85 kg schweren Medizinball. Zusammen mit dem Skateboard wiegt er 57 kg, während Sandra zusammen mit ihrem Skateboard nur 50 kg wiegt. Dario wirft den Ball in waagrechter Richtung zu Sandra, die ihn 0.3 s nach dem Abwurf einfängt.

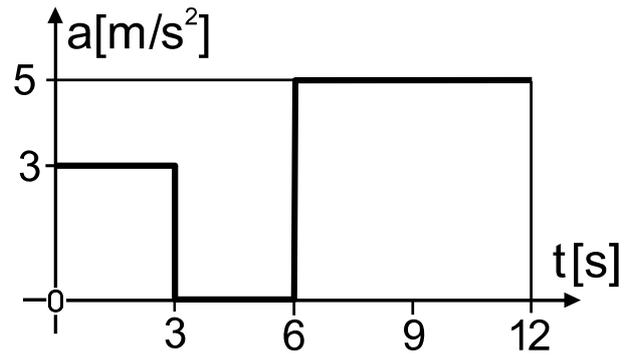


Reibung und Luftwiderstand sollen vernachlässigt werden.

- a) Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich Dario nach dem Abwurf des Medizinballs?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- b) Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich Sandra, nachdem sie den Ball gefangen hat?

**Kurzaufgabe 2.3:** (4 Punkte)

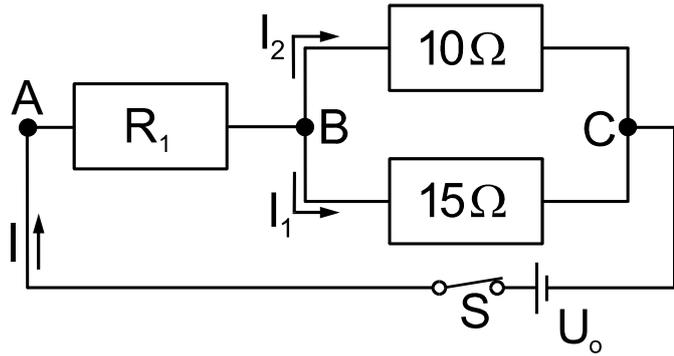
Nebenstehendes Diagramm stellt die Beschleunigung eines frei beweglichen, anfänglich ruhenden Körpers in einem Zeitintervall  $0 \leq \Delta t \leq 12\text{s}$  dar. Bestimme den Weg, den der Körper im Zeitintervall  $0 \leq \Delta t \leq 12\text{s}$  zurückgelegt hat.



**Kurzaufgabe 2.4:** (4 Punkte)

Durch den Widerstand  $R_1$  von  $20\Omega$  fließt ein Strom  $I$  von  $1.5\text{A}$ .  
Berechne

a) die Spannung  $U_{AB}$  über  $R_1$ .



b) die Stromstärken  $I_1$  und  $I_2$  für die parallel geschalteten Widerstände.

c) die Spannung  $U_{BC}$  über den parallel geschalteten Widerständen.

d) die an der Schaltung angelegte Spannung  $U_0$ .

**Kurzaufgabe 2.5:** (4 Punkte)

Ein Alustab und ein Kupferstab sind bei einer Temperatur von  $20^{\circ}\text{C}$  exakt ein Meter lang. Wenn man die Temperatur der Stäbe verändert, bei welcher (gleichen) Temperatur der Stäbe ist dann der Alustab  $147\ \mu\text{m}$  kürzer als der Kupferstab?

**Kurzaufgabe 2.6:** (4 Punkte)

Im Spätwinter scheint die Sonne auf ein  $18\text{ m}^2$  grosses verschneites Schrägdach. Werner stellt eine leere Regentonne mit einem Fassungsvermögen von 80 Liter unter den Abfluss der Dachrinne. Wie gross ist die pro Quadratmeter Dachfläche absorbierte Strahlungsleistung, wenn die Tonne nach 90 min überläuft?

**Kurzaufgabe 2.7:** (4 Punkte)

Wenn man einen Körper auf eine schiefe Ebene mit einem Neigungswinkel von  $30^\circ$  legt, so legt er innerhalb von einer halben Sekunde eine Schrägdistanz von 50 cm zurück.

a) Wie stark wird der Körper auf der schiefen Ebene beschleunigt? ( $a = ?$ ).

b) Wie gross ist die Gleitreibungszahl? ( $\mu_G = ?$ )

**Kurzaufgabe 2.8:** (4 Punkte)

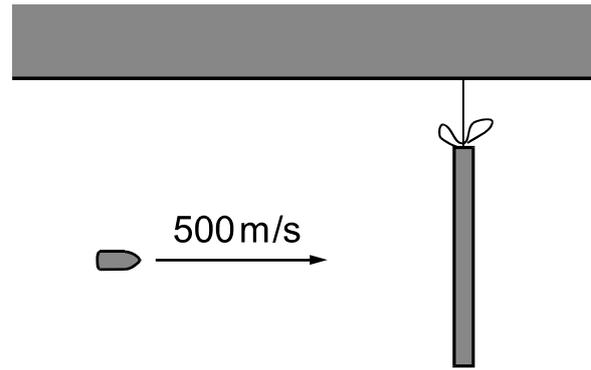
Auf zwei gleich grossen Metallkugeln befinden sich verschiedene positive Ladungen  $Q_1$  und  $Q_2$  mit  $Q_1 > Q_2$ . Im Abstand  $r$  stossen sich die Kugeln mit einer Kraft  $F$  von 20 mN ab. Die Kugeln werden in Kontakt gebracht. Nach dem Ladungsaustausch stossen sich die Kugeln im ursprünglichen Abstand  $r$  mit einer Kraft  $F'$  von 36 mN ab. Wie gross ist das Verhältnis  $Q_1/Q_2$  der Ladungen?

**Kurzaufgabe 2.9:** (4 Punkte)

Wie viele Liter Wasserdampf entstehen beim Verdampfen von einem Liter Wasser ( $\hat{=}$  1 kg) bei 100°C und einem Druck von 101'325Pa, wenn ein Mol Wassermoleküle 18g wiegt?

**Kurzaufgabe 2.10:** (4 Punkte)

Eine 8 g schwere Pistolenkugel trifft mit einer Geschwindigkeit von 500 m/s auf ein 4 kg schweres Holzbrett, das mit einer Schnur an die Zimmerdecke gebunden ist. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich das Holzbrett unmittelbar nach dem Stoss, wenn die Kugel das Brett durchbohrt und mit einer Geschwindigkeit von 200 m/s weiter fliegt?



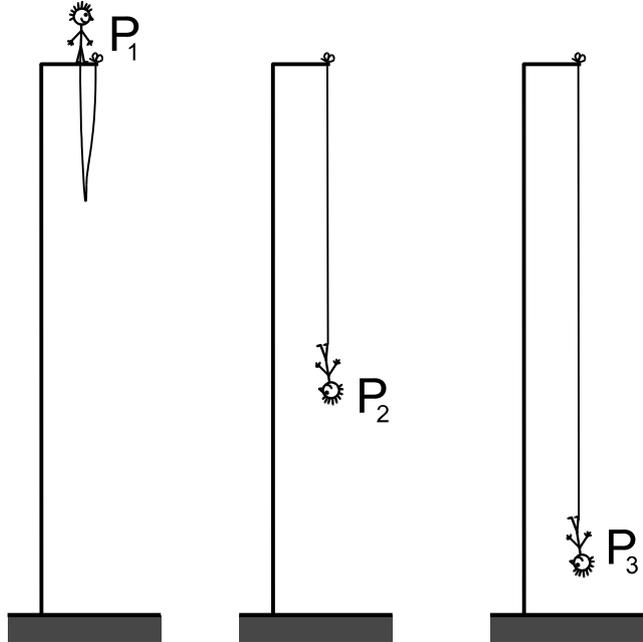
**3. Teil:**

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:** (7 Punkte)

Beim Bungeejumping befestigt der 64 kg schwere Springer das 40 m lange Gummiseil an einer Brücke auf der Höhe der Absprungstelle. Beim Sprung dehnt sich das Seil bis auf eine Länge von 60 m aus. Wenn in nebenstehender Figur der Punkt  $P_3$  der tiefste Punkt ist, gilt also  $\overline{P_1 P_3} = 60 \text{ m}$ . Für die vom Seil ausgeübte Zugkraft soll das Hooksche Gesetz gelten  $F_{\text{Seil}} = -Dx$ . Dabei ist  $x$  die Verlängerung des Seils.



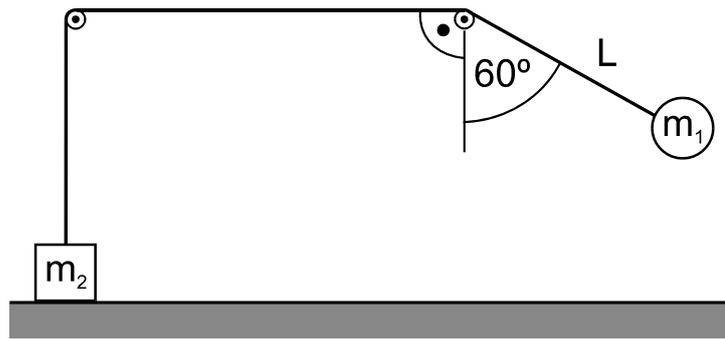
a) Wie gross ist die Federkonstante des Seils?

a) Wie stark wird der Springer im tiefsten Punkt ( $P_3$ ) beschleunigt? ( $a_3 = ?$ )

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

**Aufgabe 3.2:** (7 Punkte)

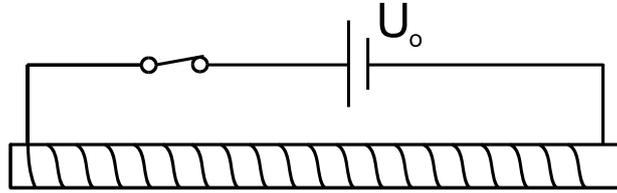
Eine Kugel der Masse  $m_1$  von 250 g hängt an einem Faden, der über zwei reibungslose Rollen mit kleinem Durchmesser an einem Metallzylinder der Masse  $m_2$  befestigt ist, wobei  $m_2 > m_1$ . Siehe dazu nebenstehende Skizze! Die Kugel wird seitlich verschoben, bis das Stück Faden der Länge  $L$  von 90 cm mit dem Lot einen Winkel von  $60^\circ$  einschliesst.



- a) Wenn man die Kugel loslässt, wie schnell wird sie sich dann im tiefsten Punkt bewegen?
- b) Wie gross muss die Masse  $m_2$  des Metallzylinders mindestens sein, wenn er stets am Boden bleiben soll, wenn die Kugel losgelassen wird und am Faden schwingt?

**Aufgabe 3.3:** (7 Punkte)

Ein 120 cm langer und 200 g schwerer Eisenstab ist von einem Heizdraht umwickelt. Nach dem Einschalten des Heizdrahtes steigt die Temperatur um 2.5 K pro Sekunde.



- a) Um wie viele  $\mu\text{m}$  nimmt die Länge des Eisenstabs beim Erwärmen pro Sekunde zu?
- b) Wie gross ist die Heizleistung des Drahts, wenn man davon ausgeht, dass die gesamte vom Heizdraht erzeugte Wärme vom Eisenstab aufgenommen wird?

- c) Der Heizdraht besteht aus der Legierung Konstantan mit einem spezifischen elektrischen Widerstand von  $5 \cdot 10^{-7} \Omega \text{m}$ . Wie gross ist die Querschnittsfläche des Drahts, wenn er 8 m lang ist und die angelegte Spannung  $U_0$  230 V beträgt?

**Aufgabe 3.4:** (7 Punkte)

Die Erde hat eine Masse von rund  $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  und sie umkreist die Sonne auf einer Kreisbahn mit einem Radius von rund 150 Millionen Kilometer mit einer Umlaufzeit von rund 365 Tagen.

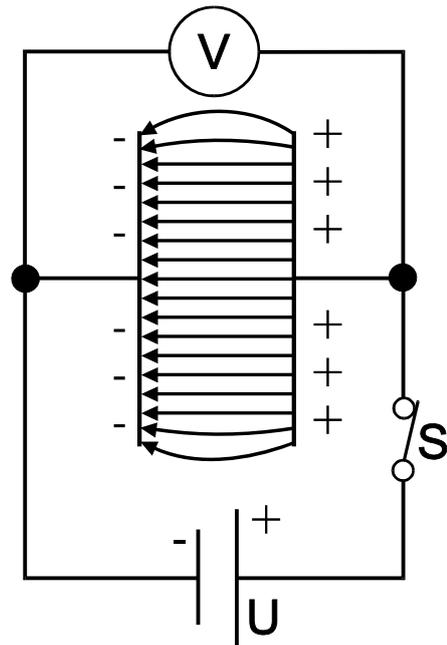
- a) Welche Kraft ist erforderlich, um die Erde auf ihrer Kreisbahn zu halten?
- b) Wie gross muss dann die Masse der Sonne sein?



**Aufgabe 3.6:** (7 Punkte)

Ein Plattenkondensator mit einer Kapazität von  $30\text{ pF}$  ist an eine Spannungsquelle mit  $24\text{ V}$  angeschlossen. Zwischen den Platten im Abstand von  $5\text{ mm}$  befindet sich Luft ( $\epsilon_{r1} = 1$ ). Der Schalter  $S$  wird geöffnet, d.h. der Kondensator wird von der Spannungsquelle abgetrennt und der Raum zwischen den Platten wird mit einem Dielektrikum mit  $\epsilon_{r2} = 2.3$  gefüllt.

a) Wie gross ist die Fläche der Platten?



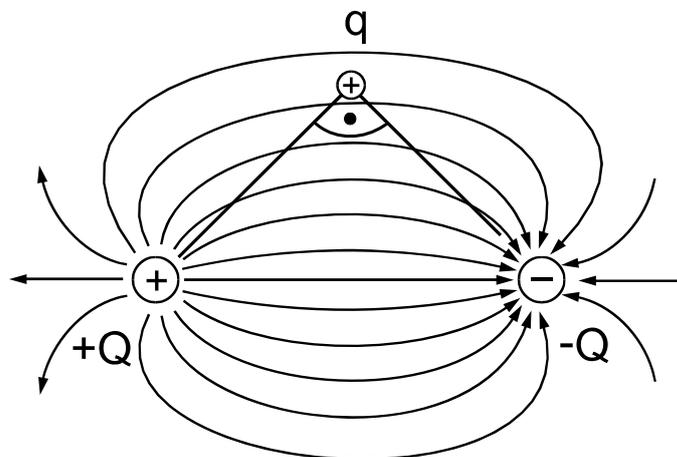
b) Wie viel Ladung ist auf den Platten gespeichert?

c) Wie gross ist die elektrische Feldstärke zwischen den Platten vor dem Einfüllen des Dielektrikums?

d) Welche Spannung herrscht zwischen den Platten des Kondensators nach dem Einfüllen des Dielektrikums?

**Aufgabe 3.7:** (7 Punkte)

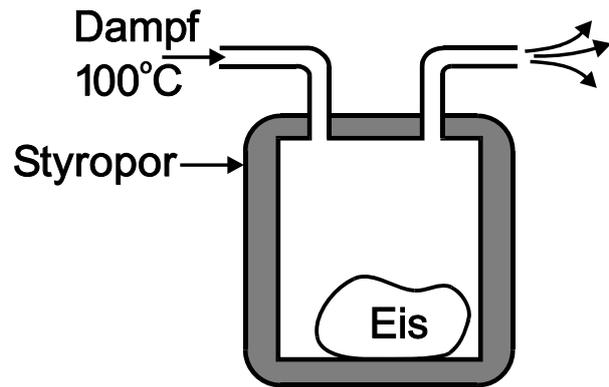
Zwei punktförmige Ladungen  $+Q = 23 \text{ nC}$  und  $-Q = -23 \text{ nC}$  im Abstand von  $15 \text{ cm}$  bilden einen elektrischen Dipol. Eine positive Probeladung  $q = +5 \text{ nC}$  ist von beiden Ladungen des Dipols gleich weit entfernt und die Verbindungslinien zu  $+Q$  und  $-Q$  stehen senkrecht aufeinander.



- a) Mit welcher Kraft wird die Probeladung  $q$  von  $+Q$  abgestossen, resp. von  $-Q$  angezogen?
- b) Welche resultierende elektrostatische Kraft wirkt auf die Probeladung  $q$ ?
- c) Wie gross ist die elektrische Feldstärke des Dipolfelds (von  $+Q$  und  $-Q$ ) an der Stelle wo sich die Probeladung  $q$  befindet?

**Aufgabe 3.8:** (7 Punkte)

In einem wärmeisolierten Gefäß befindet sich ein Kilogramm schmelzendes Eis. In das Gefäß wird gesättigter Wasserdampf mit einer Temperatur von  $100^{\circ}\text{C}$  geleitet. Im Gefäß kondensiert zunächst Wasserdampf. Nach einiger Zeit ist die Temperatur im Innern des Gefäßes auf  $100^{\circ}\text{C}$  gestiegen und es kondensiert kein weiterer Wasserdampf, d.h. überschüssiger Wasserdampf entweicht aus einer Öffnung im Gefäß.



- a) Wie viel (Joule) Wärme ist erforderlich, um das Eis zu schmelzen und das Schmelzwasser auf  $100^{\circ}\text{C}$  zu erwärmen?
- b) Wie viele Liter Wasser befinden sich insgesamt (vom geschmolzenen Eis und vom kondensierten Wasserdampf) im Gefäß, wenn im Innern die Temperatur auf  $100^{\circ}\text{C}$  gestiegen ist?

**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
	K	F	G	A	O	H	B	L	C	M	I	D	N	E	J

- 1.2. a)  $A = 4.3\text{ m}$ ,  $B = 4.71\text{ m}$  und  $c = 39.2\text{ m} \rightarrow \underline{A < B < C}$   
 b)  $A = 2700\text{ kg/m}^3$ ,  $B = 2630\text{ kg/m}^3$  und  $C = 2870\text{ kg/m}^3 \rightarrow \underline{B < A < C}$   
 c)  $A = 0.001735\text{ m}^2$ ,  $B = 0.001836\text{ m}^2$  und  $C = 0.001324\text{ m}^2 \rightarrow \underline{C < A < B}$

2.1. Energiesatz  $\rightarrow v = \sqrt{v_0^2 - 2gh} = \underline{2\text{ m/s}}$

2.2. a)  $v_{\text{Dario}} = m_{\text{Ball}} \cdot v_{\text{Ball}} / M_{\text{D+S}} = m_{\text{Ball}} \cdot (\Delta s / \Delta t) / m_{\text{D+S}} = \underline{0.2\text{ m/s}}$   
 b)  $v_{\text{Sandra}} = m_{\text{Ball}} \cdot (\Delta s / \Delta t) / [m_{\text{S+S}} + m_{\text{Ball}}] = \underline{0.216\text{ m/s}}$

2.3.  $s = a_1 \cdot \Delta t_1 [(3/2) \Delta t_1 + \Delta t_2] + \frac{1}{2} a_2 (\Delta t_2)^2 = \underline{184.5\text{ m}}$

2.4. a)  $U_{\text{AB}} = R_1 \cdot I = \underline{30\text{ V}}$   
 b)  $I_1 = I \cdot 10\ \Omega / [(10 + 15)\ \Omega] = \underline{0.6\text{ A}}$   
 $I_2 = I - I_1 = \underline{0.9\text{ A}}$   
 c)  $U_{\text{BC}} = 15\ \Omega \cdot I_1 = \underline{9\text{ V}}$   
 d)  $U_0 = U_{\text{AB}} + U_{\text{BC}} = \underline{39\text{ V}}$

2.5.  $\Delta L_{\text{Al}} = 147\ \mu\text{m} = 10^6\ \mu\text{m} [\alpha_{\text{Al}} - \alpha_{\text{Cu}}] \cdot \Delta T \rightarrow \Delta T = 21\text{ K} \rightarrow \text{bei } \underline{\vartheta = -1^\circ\text{C}}$

2.6.  $P/A = \frac{\rho_w \cdot \Delta V \cdot L_f}{A \cdot \Delta t} = 275 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

2.7. a)  $a = 2s/t^2 = \underline{4\text{ m/s}^2}$   
 b)  $F_R = F - ma = m[g \cdot \sin \alpha - a] = \mu_G mg \cos \alpha \rightarrow$   
 $\mu_G = [g \cdot \sin \alpha - a] / (g \cdot \cos \alpha) = \underline{0.115}$

2.8.  $x = Q_1/Q_2 \rightarrow F = 20\text{ mN} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{x \cdot Q_2^2}{r^2}$  und  $F' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(1+x)^2 \cdot Q_2^2}{4r^2} \rightarrow F'/F =$   
 $(1+x)^2 / (4x) = 36/20 = 1.8 \rightarrow x^2 - 5.2x + 1 = 0 \rightarrow x = 2.6 \pm 2.4 \rightarrow Q_1/Q_2 =$   
 $x = \underline{5}$

2.9.  $V = nRT/p = [(m/M)RT]/p = \underline{1700\text{ dm}^3}$

2.10.  $v_{\text{Brett}} = m(v_1 - v_1') / m_{\text{Brett}} = \underline{0.6\text{ m/s}}$

3.1. a) Energiesatz  $\rightarrow \frac{1}{2} Dx^2 = mgh \rightarrow$   
 $D = 2mgh/x^2 = 192\text{ N/m}$  ( $h = 60\text{ m}$ ,  $x = 20\text{ m}$ )  
 b)  $a = (Dx/m) - g = \underline{50\text{ m/s}^2}$

3.2. a) Energiesatz  $\rightarrow m_1 gL/2 = \frac{1}{2} m_1 v^2 \rightarrow v = \sqrt{gL} = \underline{3\text{ m/s}}$   
 b)  $m_2 g \leq m_1 [g + v^2/L] = 2m_1 g \rightarrow m_2 \leq 2m_1 = \underline{0.5\text{ kg}}$

- 3.3. a)  $\Delta L = L_0 \alpha \cdot \Delta T = \underline{36 \mu\text{m}}$   
 b)  $P_{\text{Heiz}} = mc_p \cdot \Delta T / \Delta t = \underline{225 \text{ W}}$   
 c)  $R = U^2 / P = 235 \Omega = \rho_{\text{el}} L / A \rightarrow A = \rho_{\text{el}} \cdot L / R = \underline{0.017 \text{ mm}^2}$
- 3.4. a)  $F = m_E \omega^2 r = m_E (2\pi/T)^2 r = \underline{3.57 \cdot 10^{22} \text{ N}}$   
 b)  $F = G \cdot m_E \cdot m_S / r^2 \rightarrow m_S = F \cdot r^2 / (G \cdot m_E) = (2\pi/T)^2 r^3 / G = \underline{2.0 \cdot 10^{30} \text{ kg}}$
- 3.5. a)  $R_{\text{Toaster}} = (110\text{V})^2 / P_{\text{Toaster}} = \underline{32.27 \Omega}$ ,  $R_{\text{Tauchsieder}} = (110\text{V})^2 / P_{\text{Tauchsieder}} = \underline{24.2 \Omega}$   
 b)  $I = 230\text{V} / (R_{\text{Toaster}} + R_{\text{Tauchsieder}}) = \underline{4.07 \text{ A}}$   
 c)  $U_{\text{Toaster}} = R_{\text{Toaster}} \cdot I = \underline{131 \text{ V}}$ ,  $U_{\text{Tauchsieder}} = R_{\text{Tauchsieder}} \cdot I = \underline{99 \text{ V}}$   
 d)  $P_{\text{Toaster}} = R_{\text{Toaster}} \cdot I^2 = \underline{535 \text{ W}}$ ,  $P_{\text{Tauchsieder}} = R_{\text{Tauchsieder}} \cdot I^2 = \underline{402 \text{ W}}$
- 3.6. a)  $C = \epsilon_0 A / d \rightarrow A = C \cdot d / \epsilon_0 = [30 \cdot 10^{-12} \cdot 0.005 / (8.854 \cdot 10^{-12})] \text{ m}^2 = 169 \text{ cm}^2$   
 b)  $Q = C \cdot U = 30 \cdot 10^{-12} \cdot 24 \text{ C} = 0.72 \text{ nC}$   
 c)  $E = U / d = 24 \text{ V} / (5 \text{ mm}) = 4.8 \text{ kV/m}$   
 d)  $U = Q / C' = Q / (\epsilon_{r2} \cdot C) = U / \epsilon_{r2} = 10.4 \text{ V}$
- 3.7. a)  $F \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{q \cdot Q}{r^2} = \underline{92 \mu\text{N}}$   
 b)  $F_{\text{res}} = \sqrt{2} F = \underline{130 \mu\text{N}}$   
 c)  $E = F_{\text{res}} / q = \underline{26 \text{ kV/m}}$
- 3.8. a)  $\Delta Q = m [L_f + c_p \cdot \Delta T] = \underline{752 \text{ kJ}}$   
 b)  $m_{\text{Dampf}} = \Delta Q / L_v = 0.33 \text{ kg} \rightarrow \underline{1.33 \text{ Liter Wasser}}$