1. Bei einem heftigen Regenschauer („Platzregen") bewegen sich die **Regentropfen** mit einer konstanten Geschwindigkeit von 11 m/s vertikal nach unten. [Tot. 11 P]

1.1 Aus welcher Höhe muss ein Körper frei fallen, um die Geschwindigkeit 11 m/s zu erreichen?

a) formal 2 P

$v^2 = 2as + v_0^2 \quad | \; v_0 = 0 \; ; \; a = g \; ; \; s = h$

$h = \frac{v^2}{2g}$

b) numerisch 1 P

$h = \frac{(11\frac{m}{s})^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} = 6{,}1\,m$

1.2 Nach welcher Zeit wird bei Aufgabe 1.1 die Geschwindigkeit 11 m/s erreicht?

a) formal 1 P

$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v - v_0}{t}$

$t = \frac{v}{g}$

b) numerisch 1 P

$t = \frac{11\frac{m}{s}}{10\frac{m}{s^2}} = 1{,}1\,s$

1.3 Bei dem heftigen Regenschauer bewegen sich die Regentropfen mit der konstanten Geschwindigkeit 11 m/s nach unten. Wie gross ist somit der Luftwiderstand, der auf einen Regentropfen der Masse 0.080 g wirkt?

1.3.1 Beschreiben und begründen Sie verbal Ihre Idee zur Beantwortung dieser Frage 1 P

Da v = konst. ist $a = \frac{\Delta v}{t} = 0$, also $F_{eff} = ma = 0$

Somit ist $F_{eff} = 0 = F_R - F_G$, also $F_G = F_R$

1.3.2 Berechnen Sie den Luftwiderstand formal 1 P

$F_R = F_G = mg$

1.3.3 Berechnen Sie den Luftwiderstand numerisch 1 P

$F_R = 0{,}08\,g \cdot 10\frac{m}{s^2} = 0{,}80\,mN$

1.4 Chris schützt sich mit einem Regenschirm vor dem heftigen Regen. Pro Minute prasselt eine Regenmenge von 5.0 kg auf seinen Schirm. Chris merkt, dass sein Schirm dadurch nach unten gedrückt wird, dass er dadurch „schwerer wird". Er fragt sich, wie gross diese zusätzliche Kraft ist. Weil er zu keinem Resultat kommt, fragt er seine Schwester Lara. „Berechne die Kraft", sagt Lara, "die nötig ist, um in 60 Sekunden die Masse 5.0 kg von 11 m/s zum Stillstand abzubremsen".

Zu welchem Resultat gelangt Chris auf diese Weise?

a) formal 2 P

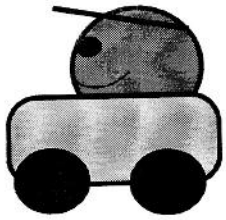
$F = ma = m\frac{\Delta v}{t} = -m\frac{v_0}{t}$

b) numerisch 1 P

$F = -5\,kg \frac{11\,\frac{m}{s}}{60\,s} = -0{,}92\,N$

2. Lara hat auf einem Flohmarkt ein altes **Spielzeug** gekauft (*Figur 1*): ein kleines offenes Auto, in dem man nur den Kopf des Fahrers sieht. Jedes Mal, wenn man dieses Auto sorgfältig auf einen Tisch absetzt, bewegt es sich etwa einen halben Meter weit! [Tot. 9 P]

Figur 1



Lara staunt und sieht sich das Auto genau an: es hat eine Masse von $1.9\cdot10^2$ g, davon entfallen $1.4\cdot10^2$ g auf die bemalte Bleikugel, die den Kopf des Fahrers darstellt. Man hält das Auto unwillkürlich am Kopf des Fahrers, auch beim Absetzen auf den Tisch. Danach senkt sich der Kopf nach unten und treibt dabei über einen Mechanismus die Räder des Autos an.
Schlau konstruiert!

2.1 Wie gross ist die Arbeit, die freigesetzt wird, wenn sich der Kopf um 1.8 cm senkt?

a) formal 1 P

$W = mgh$

b) numerisch 1 P

$W = 1{,}4\cdot10^{-1}\,g\ 10\,\frac{m}{s^2}\cdot 1{,}8\,cm = 0{,}025\,J$

2.2 Welche Geschwindigkeit könnte das Auto dadurch erreichen, wenn es im Mechanismus keine Reibungsverluste gäbe?

a) formal 2 P

$E_{kin} = W_{pot}$

$\frac{1}{2} m_A v^2 = m_K \cdot g h$

$v = \sqrt{2 \frac{m_K}{m_A} g h}$

b) numerisch 2 P

$v = \sqrt{2 \cdot \frac{140}{190} \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0{,}018\,m} = 0{,}52 \frac{m}{s}$

2.3 Wegen der Reibungsverluste im Mechanismus erreicht das Auto beim Start die Geschwindigkeit 0.40 m/s. Bis zum Stillstand rollt es danach 40 cm weit. Wie gross ist die (mittlere) bremsende Kraft, die dabei auf das Auto wirkt?

a) formal 2 P

$W_R = E_{kin}$

$F_R \cdot s = \frac{1}{2} m_A v^2$

$F_R = \frac{m_A v^2}{2 s}$

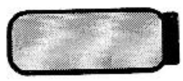
b) numerisch 1 P

$F_R = \frac{190\,g \cdot (0{,}4 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 0{,}4\,m} = 38\,mN$

[Tot. 8 P]

3. Sven spielt mit einem leeren, mit einem Deckel verschlossenen Konfitüre-Glas (Figur 2). Dieses hat eine Masse von $1.9 \cdot 10^2$ g und ein Aussenvolumen von $3.5 \cdot 10^2$ cm^3.

Figur 2



3.1 Zuerst legt er das Konfitüren-Glas in Wasser. Wie gross ist das eingetauchte Volumen?

3.1.1 Beschreiben und begründen Sie verbal Ihre Idee zur Lösung dieser Aufgabe 1 P

Eingetauchtes zu Gesamtvolumen, verhält sich wie die (mittlere) Dichte des Glases zur Dichte des Wassers

3.1.2 Berechnen Sie das eingetauchte Volumen formal 2 P

$$V_{Ein} = \frac{\rho_G}{\rho_W} \cdot V_G = \frac{m_G/V_G}{\rho_W} V_G = \frac{m_G}{\rho_W}$$

3.1.3 Berechnen Sie das eingetauchte Volumen numerisch 1 P

$$V_{Ein} = \frac{0{,}19\,\mathrm{kg}}{1\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{dm}^3}} = 190\,\mathrm{cm}^3 = 1{,}9 \cdot 10^2\,\mathrm{cm}^3$$

3.2 Nun möchte Sven aus dem Konfitüren-Glas ein „Unterseeboot" machen: dieses soll unter Wasser schweben. Dazu füllt er Sand in das Konfitüren-Glas ein und verschliesst es danach wieder. Wie viele Gramm Sand muss er einfüllen?

3.2.1 Beschreiben und begründen Sie verbal Ihre Idee zur Lösung dieser Aufgabe 1 P

Die "Dichte" des Glases müsste der von Wasser entsprechen.

3.2.2 Berechnen Sie die einzufüllende Masse formal 2 P

$$\rho_W = \frac{m_G + m}{V_G}$$

$$m = \rho_W \cdot V_G - m_G$$

3.2.3 Berechnen Sie die einzufüllende Masse numerisch 1 P

$$m = 1\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{dm}^3} \cdot 350\,\mathrm{cm}^3 - 190\,\mathrm{g} =$$
$$= 350\,\mathrm{g} - 190\,\mathrm{g}$$
$$= 0{,}16\,\mathrm{kg}$$

[Tot. 9 P]

4. In einem **isolierenden Becher** befinden sich 95 g Eis von -18 °C.

4.1 Wie gross ist das Volumen des Eises?

a) formal 1 P

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

b) numerisch 1 P

$$V = \frac{95\,g}{0{,}9\,\frac{g}{cm^3}} = 106\,cm^3 = 0{,}11\,dm^3$$

4.2 Was geschieht, wenn man einige Tropfen Wasser von 10 °C auf das Eis im Becher gibt? Geben Sie eine verbale Antwort mit Begründung, die etwas über den sich einstellenden Aggregatszustand und die Temperatur aussagt. 2 P

Die Temperatur steigt, aber nicht bis auf 0°C, da die Wärme von einigen Tropfen auch inkl. Plasmaänderung nicht ausreicht um 95g -18°C auf 0°C zu erwärmen. Man erhält Eis mit einer Temp. zwischen -18°C und 0°C.

4.3 Wieviel Wasser von 10 °C muss man in den Becher geben, damit sich folgender Endzustand einstellt: „der Becher enthält ausschliesslich (= nur) Eis von 0 °C"?

a) formal 3 P

$$\Delta Q_E = \Delta Q_w$$

$$c_E m_E \Delta T_E = c_w m_w \Delta T_w + m_w L_f$$

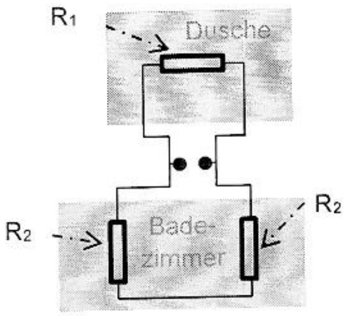
$$m_w = \frac{c_E m_E (T_0 - T_E)}{c_w (T_w - T_0) + L_f}$$

b) numerisch 2 P

$$m_w = \frac{2100\frac{J}{kgK} \cdot 0{,}095\,kg \cdot (0-(-18))K}{4181\frac{J}{kgK}(10K-0)K + 3{,}3 \cdot 10^5 \frac{J}{kg}} = 10\,g$$

5. In einem Ferienhaus sind in der Dusche, im Badezimmer und in der Küche elektrische Fussbodenheizungen eingebaut, als **Zusatzheizung** an kalten Tagen. *Figur 3* zeigt die Fussbodenheizungen in der Dusche und im Badezimmer, die an 230 V angeschlossen sind. [Tot. 9 P]

Figur 3



5.1 Im Boden der Dusche ist der Widerstand R_1 = 0.10 kΩ eingebaut. Welche Leistung wird produziert, wenn R_1 eingeschaltet ist?

a) formal 1 P

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R}$$

b) numerisch 1 P

$$P = \frac{(230\,V)^2}{100\,\Omega} = 0{,}53\,kW$$

5.2 Im Boden des Badezimmers sind zwei Widerstände R_2 von je 30 Ω eingebaut.

5.2.1 Berechnen Sie formal den Gesamtwiderstand der Heizung im Badezimmer. 1 P

$$R_G = R_2 + R_2 = 2R_2$$

5.2.2 Wie gross ist die Leistung, wenn die Heizung eingeschaltet wird?

a) formal 1 P

$$P = \frac{U^2}{R_G} = \frac{U^2}{2R_2}$$

b) numerisch 1 P

$$P = \frac{(230\,V)^2}{2 \cdot 30\,\Omega} = 0{,}88\,kW$$

5.3 Im Boden der Küche sind drei gleiche, parallel geschaltete Widerstände R_3 eingebaut. Diese Heizung erzeugt eine Leistung von 1.3 kW. Wie gross ist R_3?

5.3.1 Beschreiben Sie verbal Ihre Überlegungen zur Lösung dieser Frage 1 P

Jeder Widerstand erzeugt die gleiche Leistung, also jeder $\frac{1}{3}$ der Gesamtleistung, dann wie zuvor.

5.3.2 Berechnen Sie R_3

a) formal 2 P

$$P_3 = \frac{1}{3}P = \frac{U^2}{R_3}$$

$$R_3 = \frac{3U^2}{P}$$

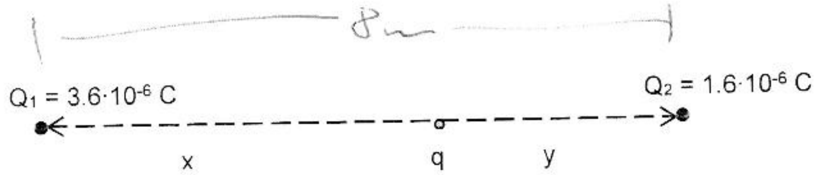
b) numerisch 1 P

$$R_3 = \frac{3\cdot(230\,V)^2}{1300\,W} = 0{,}12\ k\Omega$$

6. Hinweis: Die Aufgabe 6.3 ist von den Aufgaben 6.1 und 6.2 unabhängig. [Tot. 9 P]

6.1 Zwei elektrische Ladungen, Q_1 und Q_2, haben den gegenseitigen Abstand 8.0 m (*Figur 4*).

Figur 4



Zwischen diesen beiden Ladungen soll die Ladung $q = 2.0\cdot10^{-7}$ C so platziert werden, dass sie im Gleichgewicht ist. Wo ist q zu platzieren? Berechnen Sie das Verhältnis $\frac{x}{y}$.

6.1.1 Beschreiben Sie verbal Ihre Überlegungen zur Lösung dieser Frage 1 P

Die Kräfte sind indirekt prop. zum Quadrat der Abstand und direkt prop. zu den Ladungen.

6.1.2 Berechnen Sie das Verhältnis $\frac{x}{y}$

a) formal 2 P

$$\left(\frac{x}{y}\right)^2 = \frac{Q_1}{Q_2}$$

$$\frac{x}{y} = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_2}}$$

b) numerisch 1 P

$$\frac{x}{y} = \sqrt{\frac{3{,}6}{1{,}6}} = \frac{3}{2} = 1{,}5$$

6.2 Was ändert sich gegenüber Aufgabe 6.1, wenn in *Figur 4* die Ladung q durch eine gleich grosse, aber <u>negative</u> Ladung q* ersetzt wird? Wieder ist die Gleichgewichtslage (von q*) gesucht.
Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegungen verbal (2 bis 3 Sätze). 2 P

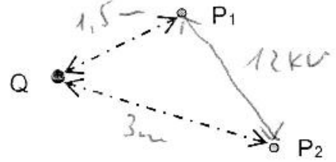
Am Verhältnis ändert sich nichts.
Aber das Gleichgewicht ist jetzt instabil (vorher stabil), da jede kleine Änderung in der Position zu einem sich verstärkenden Kräfteungleichgewicht führt.

6.3 Q ist eine Ladung von $4.0 \cdot 10^{-6}$ C (*Figur 5*).

Weiter sind in *Figur 5* zwei Punkte, P_1 und P_2, markiert, P_1 liegt 1.5 m, P_2 3.0 m von Q entfernt. Die Spannung zwischen den Punkten P_1 und P_2 beträgt $1.2 \cdot 10^4$ V.

Erklären Sie verbal, was die Angabe $1.2 \cdot 10^4$ V in diesem konkreten Fall bedeutet. 3 P

Figur 5



$$U_{12} = \frac{W_{12}}{q}$$

Um eine Ladung q von P_1 nach P_2 zu bringen, benötigt man eine Arbeit von $q \cdot U_{12}$. z.B. für $q = 1C$ eine Arbeit von 12kJ.
Diese Arbeit ist unabhängig vom Weg den q von P_1 zu P_2 nimmt.

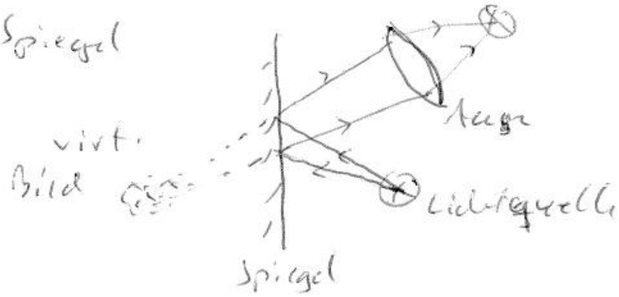
7. Hinweis: die Aufgaben 7.1, 7.2 und 7.3 sind voneinander unabhängig. [Tot. 10 P]

7.1 In der Optik gibt es neben reellen auch <u>virtuelle</u> Bilder (etwa beim ebenen Spiegel und bei Linsen). Erklären Sie verbal, was man unter einem virtuellen Bild versteht. Umfang zwei bis drei Sätze und evtl. eine Skizze.

3 P

Ein virtuelles Bild kann nicht mit einem einfachen Schirm aufgefangen werden, sondern nur mit einem fokussierenden System (z.B. eine Linse). Es erscheint dem Auge an einer Stelle, wo keine Lichtstrahlen sein können.

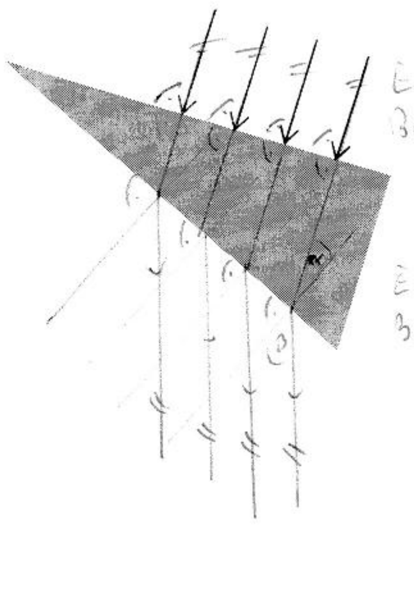
z. B. Spiegel



7.2 Parallele Lichtstrahlen bewegen sich auf einen dreieckigen Glaskörper zu (*Figur 6*). Sie treffen senkrecht auf diesen Körper. Skizzieren Sie den weiteren Verlauf der vier Lichtstrahlen und begründen Sie Ihren Lösungsweg stichwortartig.

3 P

Figur 6



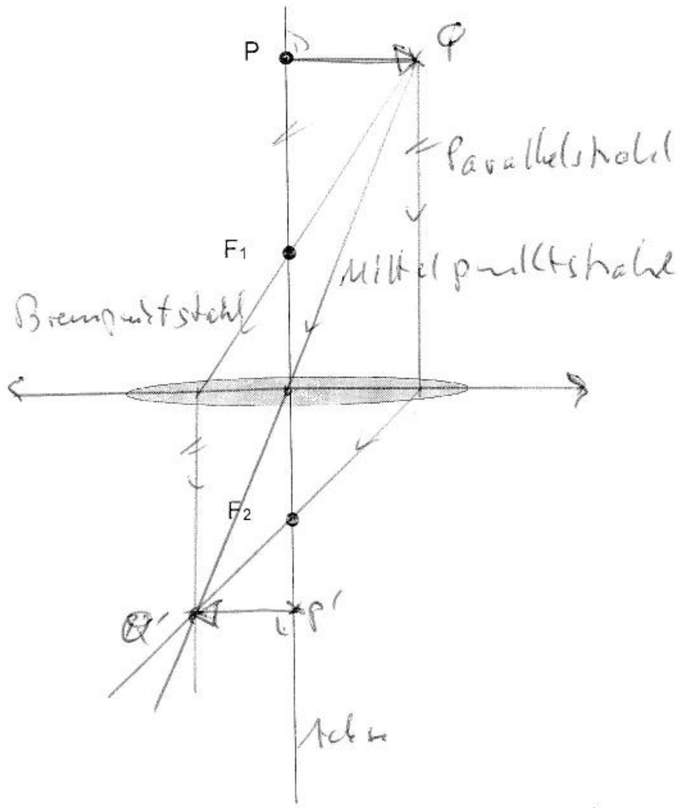
Einfallswinkel 0° (gegen Lot)
Brechung = 0° (")

Einfallswinkel α
Brechungswinkel β β > α, da Übergang von dicht -> dünn (opt.)

wahrscheinlich keine Totalreflektion, da α relativ klein.

7.3 Vor einer Linse mit den Brennpunkten F_1 und F_2 befindet sich der Punkt P (*Figur 7*). Wo liegt dessen Bildpunkt P'? Konstruieren Sie P' und beschreiben Sie Ihren Lösungsweg stichwortartig. 4 P

Figur 7



Alle Bildpunkte liegen in einer Ebene senkrecht zur Achse.
Hilfspunkt Q wird mit Parallelstrahl -> Brennpunktstrahl, Mittelpunktstrahl -> Mittelpunktstrahl und / oder Brennpunktstrahl -> Parallelstrahl abgebildet.
Linse wird durch Mittelebene ersetzt.
P' befindet sich im Lot von Q' auf Achse.