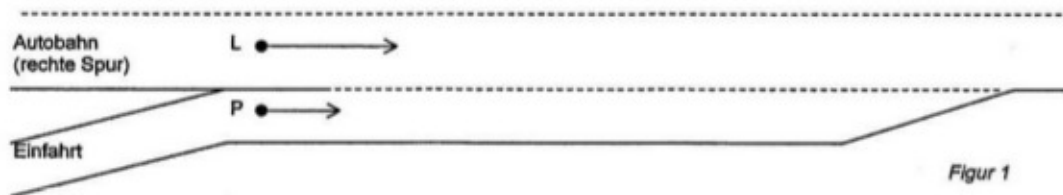


1. Ein Lastwagen L fährt mit der konstanten Geschwindigkeit 90 km/h auf der rechten Spur der Autobahn. [Tot. 13 P]



Herr Hess will mit seinem Auto P (Masse 1,6 t) auf die Autobahn auffahren. Seine Geschwindigkeit auf der Einfahrt ist 54 km/h.

Als er den Lastwagen neben sich sieht (Figur 1), beschliesst er, kräftig zu beschleunigen, um noch vor dem Lastwagen auf die rechte Spur der Autobahn zu wechseln.

Die Frage ist, ob dies möglich ist, wenn sein Auto eine Beschleunigung von 3.0 m/s^2 erreicht. Deshalb betrachten wir die Situation 6.0 Sekunden später.

- 1.1 Welche Strecke legt der Lastwagen L in diesen 6.0 Sekunden zurück?

a) formal

$$s = v \cdot t$$

1 P

b) numerisch

$$s = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 6 \text{ s} = 150 \text{ m} = 0,15 \text{ km}$$

1 P

- 1.2 Welche Geschwindigkeit erreicht das Auto P nach dieser Zeit?

a) formal

$$v = at + v_0$$

1 P

b) numerisch (in m/s und km/h)

$$v = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 6 \text{ s} + 54 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 33 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 118,8 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 0,12 \cdot 10^2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

1.5 P

c) Kommentieren Sie das Resultat von Aufgabe 1.2 b).

Zumindest ist es schnell genug, um vor dem LKW einsteuern zu können.

0.5 P

1.3 Welche Strecke legt das Auto P in diesen 6.0 Sekunden zurück?

a) formal

$$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0t =$$

1 P

b) numerisch

$$s = \frac{1}{2} \cdot 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (6\text{s})^2 + 54 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 6\text{s} = 144\text{m} = 0,144\text{km}$$

1 P

1.4 Kommentieren Sie die Situation der beiden Fahrzeuge, nachdem die eingangs erwähnten 6.0 Sekunden verstrichen sind.

Er ist schneller, als die HKW, aber immer noch hinter ihm.

Er muss nun bremsen, um nach ihm einzuholen.

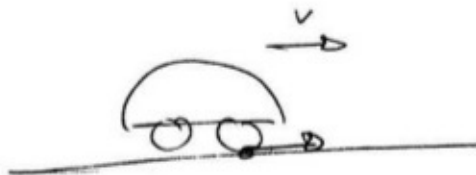
1 P

1.5 Wie gross ist die beschleunigende Kraft F_B , die auf das Auto P während der 6.0 Sekunden wirkt (nur numerisch)?

$$F = m \cdot a = 1600\text{kg} \cdot 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 4800\text{N} = 4,8\text{kN}$$

1 P

1.6 Wo am Auto greift die beschleunigende Kraft F_B an? Beantworten Sie diese Frage mit einer Skizze, in der Sie das Auto und die Kraft einzeichnen und ein bis zwei erläuternden Sätzen.



3 P

Je nach Antrieb an den Vordrädern (s.o.), Hinterrädern oder an allen (Allrad).

1.7 Um welche Art Kraft handelt es sich bei F_B ?

Es ist die effektive Kraft (Summe aller Kräfte)

1 P

2. Im Winter stehen Lara und Sven auf dem Balkon ihres Ferienhauses. Sven wirft Schneebälle auf den 3.0 Meter tiefer gelegenen Vorplatz (Höhenunterschied von Svens Hand aus gemessen). Im Folgenden dürfen Sie den Einfluss des Luftwiderstands vernachlässigen. [Tot. 10 P]

2.1 Zuerst wirft er einen Schneeball mit 5.0 m/s nach unten. Wie gross ist dessen Geschwindigkeit beim Aufprall auf den Vorplatz?

a) formal:

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

2 P

b) numerisch:

$$v = \sqrt{\left(5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + 2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3 \text{m}} = \underline{\underline{9.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

1 P

2.2 Lara sagt: „Wirf nun den Schneeball mit 5.0 m/s nach oben, er trifft dann schliesslich mit der gleichen Geschwindigkeit auf den Vorplatz auf wie vorhin (d. h. bei Aufgabe 2.1)“. Hat Lara Recht?

Begründen Sie Ihre Antwort mit ein bis zwei Sätzen und eventuell einer Formel.

Ja, nach dem Energiesatz:

$$E_{\text{oben}} = E_{\text{unten}}$$

$$mgh + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{2gh + v_0^2}$$

↑
Richtung egal

2 P

2.3 Lara schlägt Sven nun vor, einen Schneeball mit 5.0 m/s waagrecht zu werfen. Was lässt sich in diesem Fall über die Auftreffgeschwindigkeit auf dem Vorplatz sagen?

Begründen Sie Ihre Antwort mit ein bis zwei Sätzen (ohne Rechnung).

siehe 2.1.

Ohne Reibung kommt der Ball wieder mit $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$ unten an.

2 P

- 2.4 Könnte Sven einen Schneeball so werfen, dass er mit 7.0 m/s auf dem Vorplatz auftrifft?
 Begründen Sie Ihre Antwort unter Verwendung einer entsprechenden Formel.

Auch mit $v_0 = 0$ ergibt sich $v_{\text{ank}} = \sqrt{2gh} = 7,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ 3 P

Langsame kann der Ball nicht ankommen.

3. In einem Swimmingpool steht das Wasser 1.5 Meter hoch. Als Sitzgelegenheit an seinem Rand dienen stabile Kunststoffwürfel der Kantenlänge 30 cm und der Masse 10.0 kg - im Folgenden dürfen Sie annehmen, dass deren Form und Abmessungen unverändert bleiben. [Tot. 10 P]

Carlo ergreift einen der Würfel und springt mit ihm ins Wasser.

- 3.1 Er drückt den Würfel mit 80 N nach unten. Wie gross ist das eingetauchte Volumen des Würfels?

a) formal

$$F_A = F_G + F_c$$

$$\rho_w \cdot V_x \cdot g = m_w \cdot g + F_c$$

$$\rho_w \cdot V_x = m_w + F_c / g$$

$$\underline{V_x = \frac{m_w}{\rho_w} + \frac{F_c}{\rho_w \cdot g}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a = 30 \text{ cm} \\ m_w = 10 \text{ kg} \\ F_c = 80 \text{ N} \end{array} \right.$$

b) numerisch

$$V_x = \frac{10 \text{ kg}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}} + \frac{80 \text{ N}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 18 \text{ dm}^3$$

3.2 Mit welcher Kraft muss er den Würfel nach unten drücken, damit dieser ganz eintaucht?

a) formal

$$F = F_A - F_G$$

$$= \rho \cdot V \cdot g$$

$$F = \rho \cdot a^3 \cdot g - m \cdot g$$

2 P

b) numerisch

$$F = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot (3 \text{ dm})^3 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} - 1015 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 167 \text{ N}$$

$$= \underline{\underline{0,17 \text{ kN}}}$$

1 P

3.3 Carlo drückt den ganz eingetauchten Würfel immer weiter nach unten in Richtung des Bodens des Pools. Er merkt, dass ihm das zunehmend schwerer fällt und wundert sich. Erklären Sie ihm das mit zwei bis drei Sätzen.

Am Auftrieb des ganz eingetauchten Würfels ändert sich nichts.

Aber Carlo erfährt zunehmend selbst Auftrieb, je mehr seines Körpers eintaucht.

2 P

3.4 Mit einiger Mühe schafft es Carlo, den Würfel auf den Boden des Pools zu drücken. Er stellt sich auf den Würfel und erreicht so, dass alles Wasser zwischen Würfel und Boden herausgedrückt wird, der Würfel liegt nun „dicht schliessend“ auf dem Boden. Was passiert mit dem Würfel, wenn Carlo sorgfältig von ihm heruntersteigt? Begründen Sie Ihre Antwort mit ein bis zwei Sätzen.

Der Schwerkdruck an der Unterseite fällt weg, der Würfel hat keinen Auftrieb mehr, sondern wird an den Boden gepresst.

(Man bräuhete $F = \rho \cdot g \cdot V = \rho \cdot g \cdot L \cdot A \approx 1 \text{ kN}$ um ihn vom Boden zu lösen.
1,2m

2 P

4. An einem Kiosk bestellt Andrea „einen Becher Cola“. Die Mitarbeiterin gibt aus einem Behälter 20 g Eis und 10 g Wasser, die je die Temperatur 0 °C haben, in einen Plastikbecher und füllt danach 3.0 dl Cola-Getränk von 15 °C ein. [Tot. 6 P]
 Berechnen Sie (nur numerisch) die Endtemperatur des Getränks im Becher. Sie dürfen für das Cola-Getränk die Konstanten von Wasser verwenden. Einen allfälligen Wärmeaustausch mit der Umgebung müssen Sie nicht berücksichtigen.
 Bitte beachten Sie, dass Ihre Rechnung nachvollziehbar dargestellt sein muss – kommentieren Sie sie deshalb stichwortartig.

6 P

$$\Delta Q_{\text{rein}} = \Delta Q_{\text{verloren}}$$

$$c_w m_w \Delta T_c + L_f \cdot m_E = c_e m_e \cdot \Delta T_w$$

$$c_w m_w (T_m - T_0) + L_f \cdot m_E = c_e m_e (T_c - T_m)$$

$$T_m = \frac{c_e m_e T_c + c_w m_w T_0 - L_f m_E}{c_w m_w + c_e m_e}$$

$$= \frac{c_e \rho_w m_e T_c + c_w \rho_w V_w T_0 - L_f m_E}{c_w \rho_w V_w + c_e \rho_w V_c}$$

$$= \frac{4182 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 0,3 \text{ dm}^3 \cdot 15^\circ\text{C} + 0 - 3,338 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0,021 \text{ kg}}{4182 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 0,3 \text{ dm}^3 + 4182 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 0,031 \text{ kg}}$$

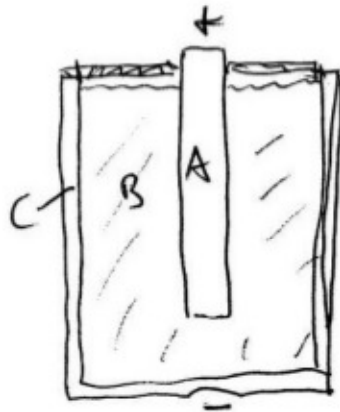
$$= \underline{\underline{8,80^\circ\text{C}}}$$

5. Batterien gehören zu den alltäglichen Spannungsquellen. Beschreiben Sie deren prinzipielle Funktionsweise mit einer Skizze und zwei bis drei erklärenden Sätzen in korrektem Deutsch. [Tot. 6 P]

Sie können dies folgendermassen tun:

- a) am Beispiel der weit verbreiteten Zink-Kohle-Batterie
oder
b) am Beispiel des folgenden Experiments: „Steckt man einen Kupfernagel und einen Zinknagel in eine Zitrone, misst man zwischen den Nagelköpfen eine Spannung“
oder
c) an einem von Ihnen gewählten Batterietyp.

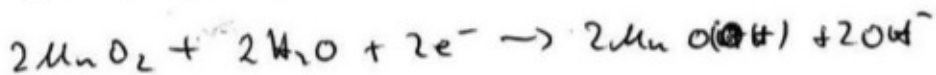
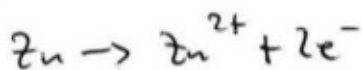
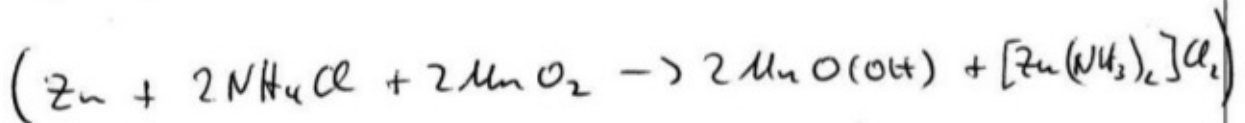
a)



A: Mangandioxid mit Kohlestift (+)

B: Elektrolyt (Säure, alkalische Lösung)

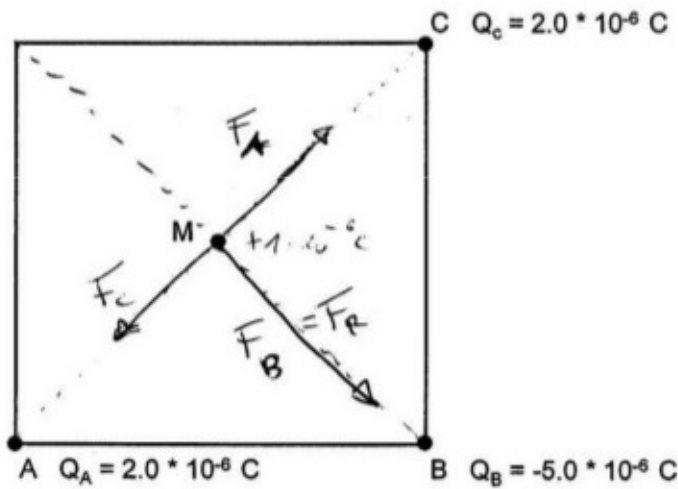
C: Zinkbecher (-)



Zink wird oxidiert, Mangandioxid reduziert.
Strom transport außen durch elektrische Verbindung von Plus und Minuspol (e^- -Leitung); Stromtransport innen durch OH^- -Ionen des Elektrolyten.

6 P

6. Drei kleine, gleich grosse Metallkugeln A, B und C sind elektrisch geladen und in den Ecken eines Quadrates platziert (vergl. Figur 6). [Tot. 10 P]



Figur 6

Nun bringen wir im Mittelpunkt M des Quadrates eine Kugel D mit der Ladung $Q_D = 1.0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ an, der Abstand AM beträgt 5.0 m.

Wir wollen die Kräfte berechnen, die auf die Kugel D wirken.

- 6.1 Zeichnen Sie in Figur 6 die von der Kugel A auf die Kugel D ausgeübte Kraft F_A ein und beschriften Sie sie mit F_A . Berechnen Sie numerisch den Betrag von F_A .

$$\underline{F_A} = k \cdot \frac{Q_A \cdot Q_D}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(5 \text{ m})^2}$$

$$\underline{= 0,72 \text{ mN}}$$

3 P

- 6.2 Zeichnen Sie die von der (negativ geladenen!) Kugel B auf die Kugel D ausgeübte Kraft F_B ein und beschriften Sie sie mit F_B . Berechnen Sie numerisch den Betrag von F_B .

$$\underline{F_B} = k \cdot \frac{Q_B \cdot Q_D}{r^2} = \frac{5}{2} \cdot F_A = \underline{1,8 \text{ mN}}$$

3 P

- 6.3 Zeichnen Sie die von der Kugel C auf die Kugel D ausgeübte Kraft F_C ein und beschriften Sie sie mit F_C . Berechnen Sie numerisch den Betrag von F_C .

2 P

$$\underline{F_C = F_A = 0,72 \text{ m N}}$$

- 6.4 Gesucht ist die auf die Kugel D wirkende resultierende Kraft F_R („Gesamtkraft“).

- a) Zeichnen Sie diese Kraft in Figur 6 ein und beschriften Sie sie mit F_R .
 b) Berechnen Sie numerisch den Betrag von F_R .

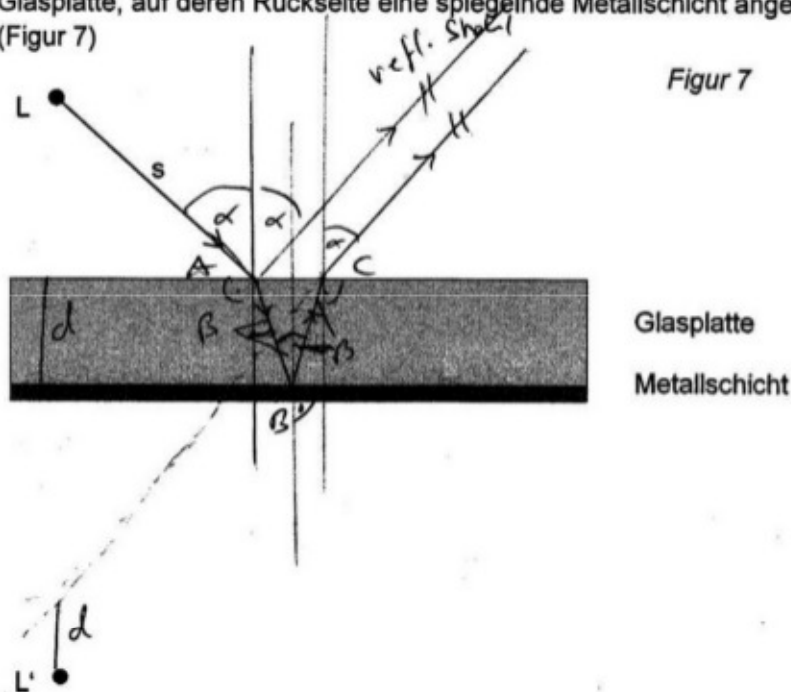
1 P

1 P

$$\underline{F_R = F_B}, \text{ da sich } F_C \text{ und } F_A \text{ aufheben}$$

7. Ein Spiegel, wie er im täglichen Leben meistens verwendet wird, besteht aus einer Glasplatte, auf deren Rückseite eine spiegelnde Metallschicht angebracht ist. (Figur 7)

[Tot. 9 P]



Von der Lichtquelle L geht ein Lichtstrahl s aus, dessen weiteren Weg wir verfolgen wollen.

7.1 Ein Teil des einfallenden Lichtes wird an der Oberfläche der Glasplatte reflektiert. Zeichnen Sie dies in Figur 7 möglichst genau ein. 1 P

7.2 Der restliche Teil des einfallenden Lichtes tritt in die Glasplatte ein. Zeichnen Sie dessen weiteren Verlauf in Figur 7 ein. Beschreiben und begründen Sie den von Ihnen skizzierten Lichtweg mit zwei bis drei Sätzen.

A: ein Teil des Strahls wird mit Einfallswinkel = Ausfallswinkel reflektiert 6 P

ein Teil wird zum Lot hingebrochen (dünn \rightarrow dicht)
Brechungsindex β ($\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21}$)

B: Reflexion am Spiegel (E-W = A-W)

C: Brechung vom Lot weg, aus β wird wieder α , somit ist der gebrochene Strahl parallel zu dem von A

7.3 Spiegelt man die Lichtquelle L an der Metallschicht, erhält man den Punkt L' (siehe Figur 7 unten). Scheint der bei Aufgabe 7.2 skizzierte reflektierte Lichtstrahl von L' zu kommen?

Welchen Schluss ziehen Sie in Bezug auf die Spiegelbilder, die man in einem „Spiegel, wie er im täglichen Leben meistens verwendet wird“, sieht (ein bis zwei Sätze)?

In der Skizze ist die Glasschicht übertrieben dick gezeichnet. In der Natur, wo man ihre Dicke vernachlässigen kann, stimmt die Aussage, dass der Spiegelbild von L' zu kommen scheint. 2 P