Aufgabe 1.1

Aufgabe 1.1

Im Speicher eines Pixels eines Kamerasensors wird pro absorbiertem Lichtteilchen ein Elektron gespeichert. Wieviele Lichtteilchen wurden absorbiert, wenn bei der Auslesung des Pixels für eine Zeit von 0,1 µs ein Strom von 1,6 nA fliesst?

$Q = I\,t = 1{,}6 \text{ nA} * 0{,}1\ \mu\text{s} = 1{,}6 * 10^{-16} \text{ As}$

Anzahl: $N = \frac{Q}{e} = \frac{1{,}6 * 10^{-16} \text{ As}}{1{,}6 * 10^{-19} \text{ As}} = 1000$

Der Kamerasensor nimmt pro absorbiertem Lichtteilchen ein Elektron auf. Es fließt ein Strom von 1,6nA über eine Zeit von 0,1µs.

Wie viele Lichtteilchen wurden absorbiert?

Elementarladung $e = 1{,}602 * 10^{-19}$As

Damit errechnen wir:

$$
\begin{aligned}
& & I &= \frac{Q}{t} \\
&\text{bzw.} & I &= \frac{n \cdot e}{t} \\
&\Leftrightarrow & n &= \frac{e}{I \cdot t} \\
&\text{durch einsetzen von } e, I \text{ und } t & n &= \frac{1{,}602 * 10^{-19}\text{As}}{1{,}6 * 10^{-9}\text{A} \cdot 0{,}1 * 10^{-6}\text{s}} \\
& & &= \frac{1{,}602 * 10^{-19}\cancel{\text{As}}}{0{,}16 * 10^{-15}\cancel{\text{As}}} \\
& & &= \frac{1{,}602}{1600} \\
& & &\approx 1000
\end{aligned}
$$

Aufgabe 1.2

Aufgabe 1.2

$A = \pi * r^2 = \pi * \frac{d^2}{4} = \pi * \frac{(1{,}38 \text{ mm})^2}{4} = 1{,}5 \text{ mm}^2$

$J = \frac{I}{F} = \frac{19{,}5 \text{ A}}{1{,}5 \text{ mm}^2} = 13 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$

Eine Ader hat einen Durchmesser von $d = 1{,}38$mm.
Der maximal erlaubte Strom beträgt $I = 19{,}5$A.

Damit beträgt die Durchschnittsfläche einer Ader $A = \pi \left(\frac{1{,}38\text{mm}}{2}\right)^2 \approx 1{,}5\text{mm}^2$

Und damit die maximale Stromdichte

$J = \frac{I}{A} = \frac{19{,}5\text{A}}{1{,}5\text{mm}^2} = 13\frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$

Aufgabe 1.3

Aufgabe 1.3

Eine Person lässt zum Zeitpunkt $t = 0\,\text{s}$ einen kleinen, schweren Gegenstand los, der daraufhin mit einer konstanten Beschleunigung von 9,81 m/s^2 in einen Brunnenschacht fällt. Nach genau 3 s hört die Person ein Aufschlaggeräusch. Die Schallgeschwindigkeit von 343 m/s soll zunächst nicht mit berücksichtigt werden.

a) Mit welcher Geschwindigkeit ist der Gegenstand am Boden des Brunnens aufgeschlagen?

$$v = a * t = 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 3\,\text{s} = 29{,}4\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) Wie tief ist der Gegenstand gefallen?

$$s = \int_0^{3\,\text{s}} v * dt = \int_0^{3\,\text{s}} a * t * dt = a * \int_0^{3\,\text{s}} t * dt = \frac{1}{2} a\, t^2 \Big|_0^{3\,\text{s}} = \frac{9{,}81}{2}\frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 9\,\text{s}^2 = 44{,}1\,\text{m}$$

c) Wie lange benötigt der Schall, um die in Unterpunkt b) berechnete Strecke zurückzulegen?

$$t = \frac{s}{v_{Schall}} = \frac{44{,}1\,\text{m}}{343\,\text{m/s}} = 0{,}129\,\text{s}$$

d) Unter der Annahme, dass der Schall die in c) berechnete Zeit benötigt hat: Wie tief ist der Brunnen?

$$s = \frac{1}{2} a\, t^2 \Big|_0^{(3-0{,}129)\,\text{s}} = \frac{9{,}81}{2}\frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 8{,}24\,\text{s}^2 = 40{,}4\,\text{m}$$

(a)

Der Gegenstand wurde zum Aufschlagszeitpunt für $t = 3\text{s}$ mit $a = 9{,}81\text{m/s}^2$ beschleunigt. Das bedeutet mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 0m/s:
$v = \int a\ dt = \int_{t=0\text{s}}^{3\text{s}} 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\ dt = 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3\text{s} = 29{,}43\frac{\text{m}}{\text{s}}$

(b)

Zuzüglich der Anfangsposition von 0m ergibt sich:
$d = \int\int a\ dt\ dt = \int at\ dt = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (3\text{s})^2 = 44{,}145\text{m}$

(c)

Für eine Distanz von $d = 44{,}145\text{m}$ würde Schall mit einer Geschwindigkeit von $v = 343\frac{\text{m}}{\text{s}}$ die so errechnete Zeit benötigen:
$v = \frac{d}{t} \Leftrightarrow t = \frac{d}{v} = \frac{44{,}145\text{m}}{343\frac{\text{m}}{\text{s}}} \approx \frac{1}{8}\text{s}$

(d)

Angenommen das Objekt benötigt $\frac{23}{8}$s der 3s um den Grund des Brunnens zu erreichen, können wir die Rechnung aus (b) wiederholen:
$d = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}9{,}81\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot (\frac{23}{8}\mathrm{s})^2 \approx 40{,}5\mathrm{m}$

Aufgabe 1.4

b) Der PKW wird mit einer Kraft von konstant 12500 N abgebremst. Welche Strecke legt der PKW während der Bremsung zurück bis er zum Stillstand gekommen ist?

$F = m * a \qquad v = a * t \qquad s = v * t$

v nicht konstant: $\quad ds = v * dt$

$$s = \int v * dt = \int \left(v_{Anfang} - a * t\right) * dt = \int v_{Anfang} * dt - \int a * t * dt$$

$$s = \int_0^{t_{Ende}} v_{Anfang} * dt - \int_0^{t_{Ende}} a * t * dt = v_{Anfang} * t_{Ende} - \frac{1}{2} a * t_{Ende}^2$$

$$t_{Ende} = \frac{v_{Anfang}}{a} = \frac{v_{Anfang}}{F} m = \frac{100000\ \mathrm{m}}{3600\ \mathrm{s} * 12500\ \mathrm{N}} * 1500\ \mathrm{kg} = 3{,}33\ \mathrm{s}$$

$$s = v_{Anfang} * t_{Ende} - \frac{1}{2}\frac{F}{m} * t_{Ende}^2 = \frac{100000\ \mathrm{m}}{3600\ \mathrm{s}} * 3{,}33\ \mathrm{s} - \frac{12500\ \mathrm{N}}{2 * 1500\ \mathrm{kg}} * \left(3{,}33\ \mathrm{s}\right)^2 = 46\ \mathrm{m}$$

(a)

Der PKW fährt mit einer Geschwindigkeit von 100km/h (ca. 27,8m/s). Somit legt das Fahrzeug 13,9m innerhalb einer halben Sekunde zurück.

(b)

Mit einer Masse von $m = 1500\mathrm{kg}$ und einer Anfangsgeschwindigkeit von $v_0 = 27{,}8\mathrm{m/s}$. Wird der PKW nun mit einer konstanten Kraft $F = 12500\mathrm{N}$ abgebremst, das bedeutet:
$F = m \cdot a \Leftrightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{12500\mathrm{N}}{1500\mathrm{kg}} = \frac{25}{3}\frac{\mathrm{kg\,m}}{\mathrm{kg\,s}^2} = \frac{25}{3}\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

Sei $v(t)$ die Funktion, welche die momentane Geschwindigkeit des PKW während des Bremsprozesses darstellt. Diese ist gegeben durch:
$v(t) = \int -a\ dt = -at + v_0 = -\frac{25}{3}\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot t + 27{,}8\mathrm{m/s}$
Und $s(t)$ die Funktion, welche die zurückgelegte Strecke seit Beginn des Bremsprozesses angibt:
$s(t) = \int v(t)\ dt = \int -at + v_0\ dt = -\frac{1}{2}at^2 + v_0 t = -\frac{25}{6}\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot t^2 + 27{,}8\mathrm{m/s} \cdot t$

Gesucht ist der Zeitpunkt zu welchem der PKW 0m/s erreicht, und die Strecke die zu diesem Zeitpunkt zurückgelegt wurde:

$$v(t) = 0\mathrm{m/s} \Leftrightarrow -\frac{25}{3}\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot t + 27{,}8\mathrm{m/s} = 0\mathrm{m/s}$$
$$\Leftrightarrow t = \frac{-27{,}8\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{-\frac{25}{3}\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}} \approx \frac{10}{3}\mathrm{s}$$

$s(\frac{10}{3}\text{s}) = -\frac{25}{6}\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (\frac{10}{3}\text{s})^2 + 27{,}8\text{m/s} \cdot \frac{10}{3}\text{s} = 46{,}4\text{m}$

(c)

Aus den 13,9m vor Beginn des Bremsprozesses und den 46,4m innerhalb dessen ergibt sich eine insgesamt zurückgelegte Strecke von 60,3m.

(d)

Mit Änderung der Anfangsgeschwindigkeit auf $v_0 = 130\text{km/h} \approx 36\text{m/s}$ legt der PKW in der ersten halben Sekunde also zunächst 18m zurück und für den Bremsweg ergibt sich:
$v(t) = -\frac{25}{3}\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t + 36\text{m/s}$
$s(t) = -\frac{25}{6}\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 + 36\text{m/s} \cdot t$
$\Rightarrow t = \frac{-36\frac{\text{m}}{\text{s}}}{-\frac{25}{3}\frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx \frac{22}{5}\text{s}$
$s(\frac{22}{5}\text{s}) = -\frac{25}{6}\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (\frac{22}{5}\text{s})^2 + 36\text{m/s} \cdot \frac{22}{5}\text{s} \approx 77{,}7\text{m}$
Insgesamt legt der PKW bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 130km/h also 95,7m zurück.

Aufgabe 1.5

Aufgabe 1.5

Die Cu-Bahnen auf einer 40 cm langen flexiblen Leiterplatte in einem Tintenstrahldrucker sind 35 µm dick. Wie breit müssen sie ausgeführt werden, damit der Widerstand einer Leiterbahn 1 Ω beträgt?
($\rho_{Cu} = 0{,}0176 * 10^{-6}\ \Omega\text{m}$)

$$R = \frac{\rho\, l}{A} = \frac{\rho\, l}{d\, b}$$

$$b = \frac{\rho\, l}{R\, d} = \frac{0{,}0176 * 10^{-6}\ \Omega\text{m} * 0{,}4\text{ m}}{1\,\Omega * 35\ \mu\text{m}} = 201\ \mu\text{m}$$

$\rho_{Cu} = 0{,}0176 * 10^{-6}\Omega\text{m}$
$l = 40\text{cm} = 0{,}4\text{m}$
$A = a \cdot b = 35\mu\text{m} \cdot b = 35 * 10^{-6}\text{m} \cdot b$
$R = 1\Omega = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{\rho_{Cu} \cdot l}{a \cdot b}$
$\Rightarrow b = \frac{\rho_{Cu} \cdot l}{a \cdot R} = \frac{0{,}0176 * 10^{-6}\Omega\text{m} \cdot 0{,}4\text{m}}{35 * 10^{-6}\text{m} \cdot 1\Omega} = 2{,}01 * 10^{-4}\text{m} = 0{,}201\text{mm}$

Aufgabe 1.6

Aufgabe 1.6

Auf einer 1 mm dicken Platine aus FR4 Material ($\rho = 10^{12}$ Ωcm) befinden sich zwei 100 cm^2 große Metallflächen einander gegenüber. Wie groß ist der Widerstand zwischen den beiden Metallflächen?

$$R = \frac{\rho l}{A} = 1*10^9 \ \Omega$$

$\rho = 10^{12}\Omega\text{cm}$
$l = 1\text{mm} = 10^{-1}\text{cm}$
$A = 100\text{cm}^2 = 10^2\text{cm}^2$
$R = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{10^{12}\Omega\text{cm}\cdot 10^{-1}\text{cm}}{10^2\text{cm}^2} = 10^9\Omega$

Aufgabe 1.7

Aufgabe 1.7

Der Widerstandsdraht (α_{20} = 0,0001 K^{-1}) (Ni/Cr 80%/20%) eines Heizelementes hat bei 20°C einen Widerstand von 27,6 Ω. Welchen Widerstand hat er im Betrieb bei 400°C?

$$R = R_{20}(1+\alpha_{20}\ \Delta T) = 28{,}649\ \Omega$$

Gegeben ist ein Widerstand ($\alpha_{20} = 0{,}0001\text{K}^{-1}$), welcher bei 20°C $R_{20} = 27{,}6\Omega$ beträgt. Welchen Widerstand hat dieser bei 400°C?
$\Delta T = 400°\text{C} - 20°\text{C} = 380°\text{C} = 380\text{K}$
$R_{400} = R_{20}(1 + \alpha_{20} \cdot \Delta T) = 27{,}6\Omega(1 + 0{,}0001\text{K}^{-1} \cdot 380\text{K}) = 27{,}6\Omega(1{,}038) \approx 28{,}65\Omega$

Aufgabe 1.8

$$\frac{R}{R_{20}} = 1 + \alpha * \Delta T + \beta * (\Delta T)^2$$

$$\Delta T = \sqrt{\frac{R - R_{20}}{\beta R_{20}} + (\frac{\alpha}{2\beta})^2} - \frac{\alpha}{2\ \beta} = \sqrt{\frac{530-28}{10^{-6}*28} + (\frac{4{,}8*10^{-3}}{2*10^{-6}})^2}\,\text{K} - \frac{4{,}8*10^{-3}}{2*10^{-6}}\text{K} = 2467\text{K}$$

T = 293 K + 2467 K = 2760 K

Gegeben ist eine Wolframglühlampe mit folgenden Attributen:
$\alpha = 0{,}0048\mathrm{K}^{-1}$
$\beta = 0{,}000001\mathrm{K}^{-2}$
$R_{20} = 28\Omega$
Wie hoch ist die Temperatur des Fadens, wenn dieser einen Wiederstand von $R = 530\Omega$ darstellt?

$$
\begin{aligned}
& R = R_{20}(1 + \alpha \cdot \Delta T + \beta \cdot (\Delta T)^2) \\
\Leftrightarrow \quad & 0 = R_{20} - R + R_{20} \cdot \alpha \cdot \Delta T + R_{20} \cdot \beta \cdot (\Delta T)^2 \\
& \quad = 28\Omega - 530\Omega + 28\Omega \cdot 0{,}0048\mathrm{K}^{-1} \cdot \Delta T + 28\Omega \cdot 0{,}000001\mathrm{K}^{-2} \cdot (\Delta T)^2 \\
\text{nach pq-Formel :} \quad & \text{mit } p = \frac{28\Omega \cdot 0{,}0048\mathrm{K}^{-1}}{28\Omega \cdot 0{,}000001\mathrm{K}^{-2}} = 4800\mathrm{K} \\
& \text{und } q = \frac{28\Omega - 530\Omega}{28\Omega \cdot 0{,}000001\mathrm{K}^{-2}} = \frac{-502}{28} * 10^6\mathrm{K}^2 \\
& \Delta T = \frac{-4800K}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{4800\mathrm{K}}{2}\right)^2 - \frac{-502}{28} * 10^6\mathrm{K}^2} \\
& \Delta T = -2400K \pm \sqrt{\frac{161{,}28}{28} * 10^6\mathrm{K}^2 + \frac{502}{28} * 10^6\mathrm{K}^2} \\
& \Delta T = -2400K \pm \sqrt{\frac{663{,}28}{28} * 10^6\mathrm{K}^2}
\end{aligned}
$$

Aufgabe 1.9

Aufgabe 1.9

$R_{Leitung} = \rho l/A = 11{,}73\ \Omega$

zu a) $I_{Verbraucher} = P_{Verbraucher}/U_{Verbraucher} = 9{,}09$ A

$P_{Leitung} = I^2 * R_{Leitung} = 969$ W

969 W/2969 W = 0,326 $\Rightarrow$ 32,6 % der eingespeisten Leistung gehen in der Leitung verloren

zu b) $I_{Verbraucher} = P_{Verbraucher}/U_{Verbraucher} = 0{,}909$ A

$P_{Leitung} = I^2 * R_{Leitung} = 9{,}69$ W

9,69 W/2009,69 W $\approx$ 0,005 $\Rightarrow$ 0,5 % der eingespeisten Leistung gehen in der Leitung verloren

Mit einer Leistungsaufnahme von $P_V = 2000\mathrm{W}$ bei einer Spannung von $U = 220\mathrm{V}$, lässt sich mittels $U = R \cdot I$ und $P = U \cdot I$ der Widerstand des Verbrauchers errechnen:

(a) $R_V = \frac{U}{I} = \frac{U^2}{P} = \frac{(220\text{V})^2}{2000\text{W}} = 24{,}2\frac{\text{V}^2}{\text{VA}} = 24{,}2\Omega$
(b) $R_V = \frac{(2200\text{V})^2}{2000\text{W}} = 2420\Omega$

Gebündelt haben die beiden Adern eine Länge $l = 1000\text{m}$, einen Querschnitt von $A = 1{,}5\text{mm}^2 = 1{,}5 * 10^{-6}\text{m}^2$ und einen spezifischen elektrischen Widerstand von $\rho = 0{,}0176{*}10^{-6}\Omega\text{m}$. Somit einen Widerstand von $R_A = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{0{,}0176*10^{-6}\Omega\text{m}\cdot 1000\text{m}}{1{,}5*10^{-6}\text{m}^2} = 11{,}7\Omega$

Also mit $I = \frac{U}{R}$ bilden sich folgende Leistungsaufnahmen:
(a) ohne die Adern: $I_V = \frac{220\text{A}}{24{,}2\Omega} = 9{,}1\text{A}$
mit den Adern: $I_A = \frac{220\text{A}}{24{,}2\Omega + 11{,}7\Omega} = 6{,}1\text{A}$
(b) I_V

Aufgabe 1.10

c) Welche mittlere Leistung pro Chipfläche muss nach außen als Wärme abgegeben werden?

$$\frac{P}{A} = \frac{35\text{ W}}{81\text{ mm}^2} = 0{,}43\frac{\text{W}}{\text{mm}^2} = 430\frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

d) Zum Vergleich: Welche Leistung pro Fläche tritt bei einer Kochplatte (18 cm Durchmesser, 1500 W) auf?

$$\frac{P}{A} = \frac{1500\text{ W}}{\pi\,(9\text{ cm})^2} = 5{,}9\frac{\text{W}}{\text{cm}^2} = 59\frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

(a)

Angenommen der Stromversorgung ist gleichmäßig auf alle Anschlusskontakte verteilt, können wir annehmen, das 220 Kontakte benötigt werden, um maximal $I = 55\text{A}$ versorgen zu können. (für einspeisung und entnahme)

(b)

Bei einer Spannung von $U = 1{,}8\text{V}$ und einer Stromstärke von 55A würde eine Leistung von $P_{max} = U \cdot I = 1{,}8\text{V} \cdot 55\text{A} = 99\text{VA} = 99\text{W}$.

(c)

Da jegliche eingespeiste Leisung in Wärme umgewandelt wird, gibt der gesamte Chip eine Wärmeleistung von $P_{avg} = 35\text{W}$ ab, über eine Fläche von $A = 81\text{mm}^2$. Also:
$\frac{P_{avg}}{A} = \frac{35\text{W}}{81\text{mm}^2} = \frac{35\text{W}}{81*10^{-6}\text{m}^2} = 0{,}43 * 10^6\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

(d)

$d = 18\text{cm}$
$P = 1500\text{W}$

$A = \pi \cdot (0{,}5d)^2 = \pi \cdot (9\text{cm})^2 = \pi \cdot 81\text{cm}^2 = 254{,}47 * 10^{-4}\text{m}^2$
$\frac{P}{A} = \frac{1500\text{W}}{254{,}47*10^{-4}\text{m}^2} = 5{,}89 * 10^4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

Aufgabe 1.11

Energieinhalt des geladenen Akkus: $5200\ \text{mAh} * 14{,}6\ \text{V} = 75{,}9\ \text{Wh}$

Laufzeit: $t = \frac{W_{Akku}}{P_{Notebook}} * 0{,}92 = 1{,}7\ \text{h} = 100\ \text{min}$

$Q = 5200\text{mAh}$
$U = 14{,}6\text{V}$
$\mu = 92\% = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$
$P_{ab} = 42\text{W}$ (die an den Laptop abgegebene Leistung)
$P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\mu} = 45{,}65\text{W}$ (die vom Akkumulator gegebene Leistung)
mit $Q = I \cdot t$ und $P = U \cdot I$ ergibt sich:
$t = \frac{Q}{I} = \frac{Q}{\frac{P}{U}} = \frac{Q \cdot U}{P}$
$t = \frac{5200\text{mAh} \cdot 14{,}6\text{V}}{45{,}65\text{W}} = 1663 \frac{\text{mAh V}}{\text{W}} = 1663 mh = 1{,}663 h$

Aufgabe 1.12

Aufgabe 1.12

Nach Herstellerangaben sind eine 20 W Energiesparlampe und eine 100 W Glühbirne gleich hell. Es soll die Primärenergieeinsparung in Prozent ausgerechnet werden, die durch den Einsatz der Energiesparlampe erreicht werden kann. Die Wirkungsgrade des Kraftwerks (einschließlich der Energieübertragung) bzw. der Heizungsanlage im Haushalt sind mit 40% bzw. 85% gegeben. Die Nutzung der Beleuchtung erfolgt zu 70% während der Heizperiode.
(Hinweis: In geschlossenem Raum wird die gesamte abgestrahlte Energie (auch Licht) in Wärme umgesetzt.)
Für 100 W Heizleistung (entspricht Glühbirne):
($\eta_{Nutzung}$ bezeichnet den Nutzungsgrad)

Gesamter Energieeinsatz bei Glühbirne:

$$W_{Glühlampe} = \frac{100\text{ W}}{\eta_{Kraftwerk}} * t_{ein} = \frac{100\text{ W}}{0{,}4} * t_{ein} = 250\text{ W} * t_{ein}$$

Gesamter Energieeinsatz bei Energiesparlampe und Heizung:

$$W_{Energiespar} = \frac{20\text{ W}}{\eta_{Kraftwerk}} * t_{ein} + \frac{80\text{ W}}{\eta_{Heizung}} * \eta_{Nutzung} * t_{ein} = \frac{20\text{ W}}{0{,}4} * t_{ein} + \frac{80\text{ W}}{0{,}85} * 0{,}7 * t_{ein} = 116\text{ W} * t_{ein}$$

Einsparung durch Energiesparlampe:

$$\frac{(250-116) * t_{ein}}{250 * t_{ein}} * 100\% = 54\%$$

In einem geschlossenen Raum würde jegliche Leistung, die an beide Lampen abgegeben werden in Wärme umgewandelt. Somit produziert die Energiesparlampe eine Wärme von $P_E = 20\text{W}$ und die Glühlampe $P_G = 100\text{W}$. Dementsprechend müsste die verlorene Wärmeleistung $P_W = 80\text{W}$ (nach auswechseln der Glühlampe) durch die Heizungsanlage ersetzt werden. Wir wollen also den Prozentualen

Aufgabe 1.13

a) Wie hoch ist der Benzin-Verbrauch je 100 km für diese 50 Rechner?
Gesamtwirkungsgrad: $\eta = \eta_{Motor} * \eta_{Generator} = 0{,}35*0{,}75 = 0{,}263$
Gesamte Leistungsaufnahme: 50*20 W = 1000 W
Bei 50 km/h folgt 2 Stunden Fahrzeit für 100 km
2 h*1 kW = 2 kWh Energieaufnahme durch Rechner und Monitore
Primärenergieaufnahme: $E_{primär} = \frac{E_{Lampen}}{\eta} = \frac{2\ \text{kWh}}{0{,}263} = 7{,}60\ \text{kWh}$
Benzinverbrauch $V = \frac{7{,}60\ \text{kWh}}{8{,}8\ \text{kWh/l}} = 0{,}86\ \text{l auf 100 km}$

b) Wie hoch ist der Strom, der der Autobatterie (12 V) zur Versorgung der Rechner entnommen wird?

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1000\ \text{W}}{12\ \text{V}} = 83\ \text{A}$$

$$A = \frac{I}{J_{\max}} = \frac{83\ \text{A mm}^2}{13\ \text{A}} = 6{,}4\ \text{mm}^2$$

Aufgabe 1.14

$d = v \cdot t$
$W = \int U \cdot I\ dt = \int P\ dt = P \cdot t$
$W = F \cdot d = m \cdot a \cdot v \cdot t$
$\Rightarrow P \cdot t = m \cdot a \cdot v \cdot t$
$\Rightarrow P_{lift} = m \cdot a \cdot v = 100\text{kg} \cdot 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1\frac{\text{m}}{\text{s}} = 981\frac{\text{kg}\ \ \text{m}^2}{\text{s}^3} = 981\text{W}$
Nach Einrechnung der Wirkungsgraden erhält man also am Elektromotor einen Energiebedarf von:
$P_{motor} = \frac{P_{lift}}{\mu} = \frac{P_{lift}}{\mu_{mech} \cdot \mu_{motor}} = \frac{981\text{W}}{75\% \cdot 80\%} = 1635\text{W}$
Wir suchen allerdings nach der in Wärme verlorenen Energie des Stromaggregrats:
$P_{wärme} = \frac{P_{motor}}{\mu_{aggr}} \cdot (1 - \mu_{aggr}) = \frac{1635\text{W}}{30\%} \cdot 70\% = 3815\text{W}$

Aufgabe 1.15

Bewegungsenergie in der klassischen Mechanik: $W = m \int v dv = 1/2mv^2$
$m = 1200\text{kg}$
$v = 100\text{km/h} = 27{,}8\text{m/s}$

(a)

$W = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}1200\text{kg} \cdot (27{,}8\text{m/s})^2 = 463.704\text{Ws} = 128{,}8\text{Wh}$
Nach umwandeln dieser Bewegungsenergie in Akkumulator-Ladung:
$Q = \mu_{Akku} \cdot W = 80\% \cdot 128{,}8\text{Wh} = 103{,}04\text{Wh}$

(b)

Nun wird mit 80% dieser Ladung wieder beschleunigt:
$Q = \frac{1}{2}mv^2$
$\Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot \frac{Q}{m}} = \sqrt{2 \cdot \frac{80\% \cdot 103{,}04\mathrm{Wh}}{1200\mathrm{kg}}} = \sqrt{2 \cdot \frac{296.755\mathrm{kg\,m}^2}{1200\mathrm{kg\,s}^2}} = \sqrt{494{,}6\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}} = 22{,}24\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 80$km/h