Aufgabe 1 — 12 Punkte

a) $V_1 = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot L \cdot \pi = 566\ \text{cm}^3$

$V_2 = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot (L-x) \cdot \pi = 440\ \text{cm}^3$ — 0,5

schnell $\Rightarrow$ adiabatische Kompression

$p \cdot V^{\gamma} = \text{const.}$ und $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$\Rightarrow T \cdot V^{\gamma-1} = \text{const}$ — 1

$T_1 \cdot V_1^{\gamma-1} = T_2 \cdot V_2^{\gamma-1}$

$\Rightarrow T_2 = \frac{T_1 \cdot V_1^{\gamma-1}}{V_2^{\gamma-1}}$ — 0,5

ideales, einatomiges Gas : $\gamma = 5/3$ — 0,5

oder da

damit : $T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{2/3} = 350\ \text{K}$ — 1

$\left(p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{5/3} = 1541\ \text{mbar}\right)$

Σ 3,5

b) $T_3 = 296\ \text{K}$,

$\frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \frac{p_3 \cdot V_3}{T_3} = \text{const} = n \cdot R$ — 1

$\Rightarrow p_3 = p_2 \cdot \frac{V_2 \cdot T_3}{V_3 \cdot T_2}$ — 0,5

Kolben festgehalten $\Rightarrow V_2 = V_3$

$p_3 = p_2 \cdot \frac{T_3}{T_2} = 1303\ \text{mbar}$ — 0,5

Σ 2

c) $p_4 = p_1$; $V_3 = V_2$; adiabatische Expansion

$$\Rightarrow p_3 \cdot V_3^{\gamma} = p_4 \cdot V_4^{\gamma}$$ ①

$$V_4 = V_3 \cdot \left(\frac{p_3}{p_4}\right)^{3/5} = 512\ cm^3$$ ①

$$T_4 = T_3 \cdot \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma - 1} = 268\ K$$ ①

$\boxed{\Sigma\ 3}$

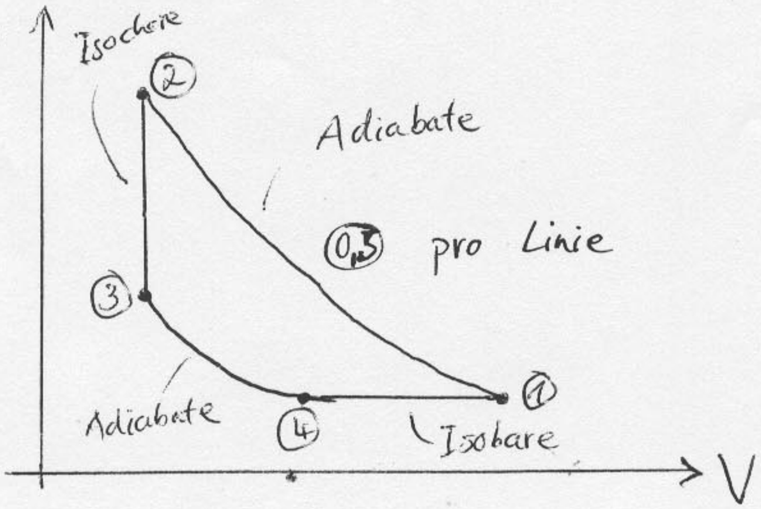
d) $p = const \Rightarrow \frac{V}{T} = const$ ⓪,⑤

$T_5 = 296\ K$

$$V_5 = V_4 \cdot \left(\frac{T_5}{T_4}\right) = 566\ cm^3$$ ①

$\boxed{\Sigma\ 1{,}5}$

e)



$\boxed{\Sigma\ 2}$

$\boxed{\Sigma\ 12}$

Aufgabe 2 Draht aus Gold

a) Widerstand des Drahtes: $R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{l}{A}$

Draht mit homogenem, kreisförmigem Querschnitt:

$$\Rightarrow \quad A = \frac{V}{l} = \frac{m}{\varrho\, l}$$

$$R = \frac{l^2}{\sigma V} \Rightarrow l = \sqrt{R \sigma V}$$

$$\Rightarrow \quad R = \frac{\varrho\, l^2}{m\, \sigma} \overset{!}{=} 1\,\Omega$$

$$\Leftrightarrow \quad l = \sqrt{\frac{1\,\Omega\, m\, \sigma}{\varrho}} = \begin{matrix} 1{,}557 \\ \cancel{1{,}585} \end{matrix}\ m$$

Angabe: 1 gültige Stelle

2

3

b) thermische Leistung: $P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = 1\,W$

Einsetzen der Schmelze: $P \cdot \Delta t = c \cdot m \cdot \underbrace{\Delta T}_{1063\,°C}$

$m = \varrho \cdot V = 0{,}97\,g$

$\varrho = 19{,}3\,g/cm^3$

$$\Rightarrow \quad \Delta t = \frac{c\, m\, \Delta T}{P} = 137\,s$$

2

Σ: 4

Aufgabe 3 Kugelkondensator 5

a) $\vec{j}(r) = \frac{I}{4\pi r^2} \cdot \vec{e}_r$ 1

b) $\vec{E} = \vec{j} \cdot \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{I}{4\pi r^2} \cdot \vec{e}_r$ 1

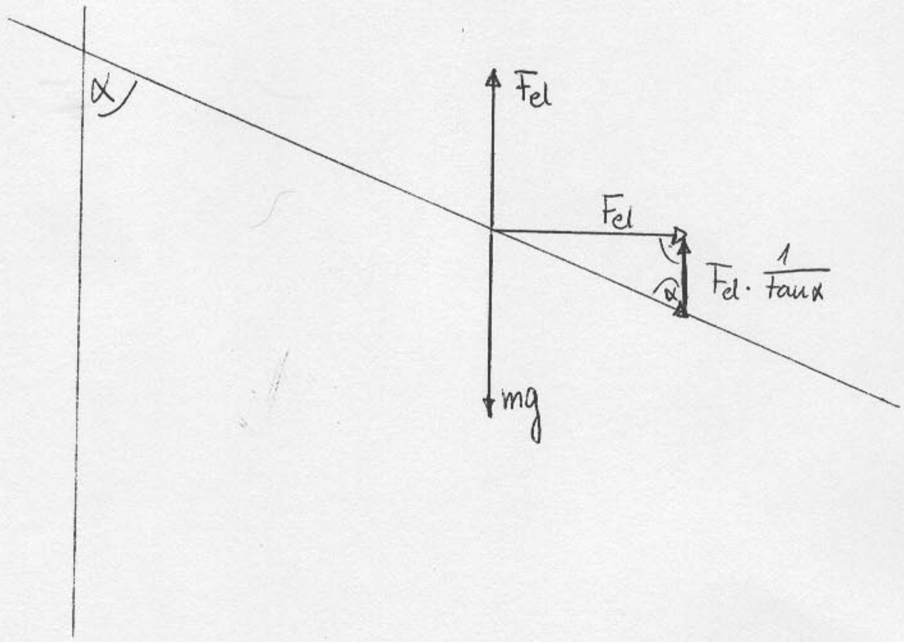
c) $U = +\int_a^b E(r)\, dr = +\int_a^b \frac{I}{\sigma 4\pi r^2}\, dr = +\frac{I}{\sigma 4\pi} \left[-\frac{1}{r} \right]_a^b = +\frac{I}{\sigma 4\pi} \cdot \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$ 2

d) $R = \frac{U}{I} = +\frac{}{\sigma 4\pi} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$ 1

Aufgabe 4 Kugel zwischen geladenen Platten 7

$q = -1{,}0 \cdot 10^{-6}\,C$

$m = 10\,g$



Gesamtkraft in y-Richtung = 0

$$F_{el} + F_{el} \cdot \frac{1}{\tan\alpha} = mg \qquad 3$$

$$F_{el} = q \cdot E = q \cdot \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \qquad 2$$

$$\Rightarrow \quad q \cdot \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(1 + \frac{1}{\tan\alpha}\right) = m \cdot g$$

$$\sigma \overset{1}{=} \frac{2 \cdot \varepsilon_0 \cdot m \cdot g}{q \cdot \left(1 + \frac{1}{\tan\alpha}\right)} = \frac{2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 0{,}01 \cdot 9{,}85}{-1{,}0 \cdot 10^{-6} \cdot \left(1 + \frac{1}{\tan 70°}\right)} =$$

$$= \underline{\underline{-1{,}3 \cdot 10^{-6}\,\frac{C}{m^2}}} \quad 1$$

Musterlösung Stromdurchflossener Draht Aufgabe 5

1 a) $B(r) = \dfrac{\mu_0 I(t)}{2\pi r} = \dfrac{\mu_0 I_0 (1-e^{-at})}{2\pi r}$ 1

(Herleitung oder vektorielle Notation nicht nötig)

b) Fluß durch die Leiterschleife:

3 $$\phi(t) = \iint B(r,t)\, dA = d \cdot \int_d^{2d} B(r,t)\, dr =$$

$$= \frac{d \mu_0 I(t)}{2\pi} \int_d^{2d} \frac{1}{r}\, dr = \frac{\ln 2}{2\pi} d \mu_0 I_0 (1-e^{-at}) \quad 2$$

induzierte Spannung: $U_{ind}(t) = \left| \dfrac{d\phi(t)}{dt} \right| =$

$$= \frac{\ln 2}{2\pi} a d \mu_0 I_0 e^{-at} \quad 1$$

c) induzierter Strom in der Leiterschleife: $I_{ind}(t) = \dfrac{U_{ind}(t)}{R_L} =$

4 $$= \frac{\ln 2 \cdot a d \mu_0 I_0 e^{-at}}{2\pi R} \quad 1$$

obere und untere Kante liefern keinen Beitrag zur Kraft

Kraft auf die Leiterschleife entsteht durch Stromfluß links und rechts (Strom in unterschiedlichen Richtungen!) 1

$$\Rightarrow F(t) = d \cdot I_{ind}(t) \left[B(r=d,t) - B(r=2d,t) \right] =$$

$$= \frac{\ln 2}{2\pi R} a d^2 \mu_0^2 I_0^2 e^{-at} (1-e^{-at}) \left[\frac{1}{2\pi d} - \frac{1}{2\pi (2d)} \right] =$$

$$= \frac{\ln 2}{8\pi^2 R} a d \mu_0^2 I_0^2 e^{-at} (1-e^{-at}) \quad 2$$

d) $F(t) = \text{const}\; e^{-at} (1-e^{-at})$

2 $$\Rightarrow \frac{dF}{dt} = \text{const} \left[-a e^{-at} + 2a e^{-2at} \right] \overset{!}{=} 0$$

$$\Leftrightarrow 2 e^{-at} = 1 \quad \Leftrightarrow \quad t = \frac{\ln 2}{a} \quad 2$$

$\Sigma: 10$

Aufgabe 6. Weidezaun 10 Pkte

a) (5) $U_R - U_L = U \Rightarrow \boxed{RI + L\dot{I} = U}$ ①

homogen: $RI + L\dot{I} = 0$

$\Rightarrow \frac{1}{I}\,dI = -\frac{R}{L}\,dt$

$\Rightarrow \ln I = -\frac{R}{L}\cdot t + \tilde{A}$

$\Rightarrow \underline{I(t) = A \cdot e^{-\frac{R}{L}t}}$ ①

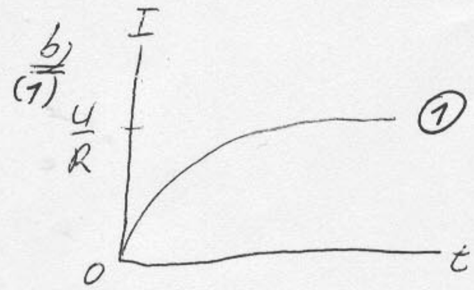
spezielle Lsg: $t \to \infty \Rightarrow R \cdot I = U \Rightarrow \underline{I = \frac{U}{R}}$ ①

$\Rightarrow$ allg. Lsg: $I(t) = \frac{U}{R} + A \cdot e^{-\frac{R}{L}\cdot t}$ ①

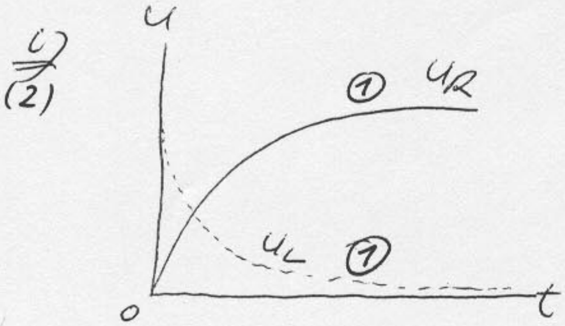
Anfangsbed.: $I(t=0) \overset{!}{=} 0$

$\Rightarrow \boxed{I(t) = \frac{U}{R} - \frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{R}{L}t}}$ ①

b) (1)



c) (2)



d) (2) $\underline{U_{R_2} = 0V}$ ② (Kurzschluss über Spule!)

e) $U_{R_2} = -U_L = L \cdot \dot{I} = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{L}{R_1} \cdot \frac{\Delta U}{\Delta t} =$

$= \frac{30 \cdot 10^{-3}\,H}{30\,\Omega} \cdot \frac{12V}{10^{-6}s} = \underline{\underline{12kV}}$