GET 1 WS 20/21 Klausur

MUSTERLÖSUNG

Aufgabe 1

a) Elektrostatisches Feld

Ein elektrostatisches Feld ist ein elektrisches Feld, welches zeitlich konstant ist. Es bewegen sich keine Ladungsträger.

b) Elektronenpolarisation:

Unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes verschiebt sich die Elektronhülle gegenüber dem Atomkern. Die Elektronenpolarisation ist ein Beispiel der Verschiebungspolarisation.

c) Überlagerungssatz

Bei linearen Netzenwerken: Wenn mehrere unabhängige Quellen enthalten sind, ergibt sich die Gesamtlösung aus Addition (= Überlagerung) der Teillösungen. Diese erhält man nacheinander durch Ausschalten aller bis auf eine Quelle.

Bei Ladungen: das Gesamte elektrische Feld ergibt sich aus Addition der elektrischen Felder der Einzelladungen.

e) Transistor

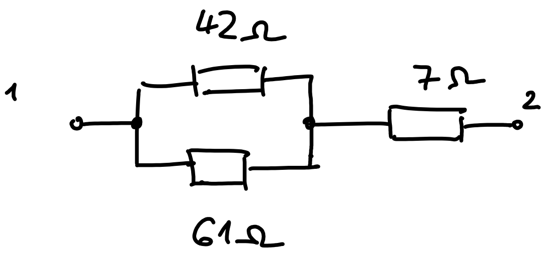
Ist ein Halbleiterbauelement mit meist 3 Anschlüssen, mit welchem Ströme geschaltet oder gesteuert werden können.

e) Rückwirkungsfreiheit

Ein Zweitor ist Rückwirkungsfrei, wenn eine sich ändernde Ausgangsgröße keinen Einfluss auf die Eingangsgröße hat.

Aufgabe 2 : Ersatzzweipole

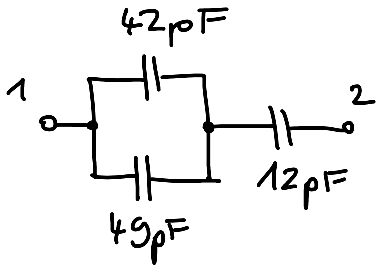
a)



$R_{ges} = 31.87\,\Omega$

$= \frac{42 \cdot 61}{42+61}\,\Omega = 24.87\,\Omega$

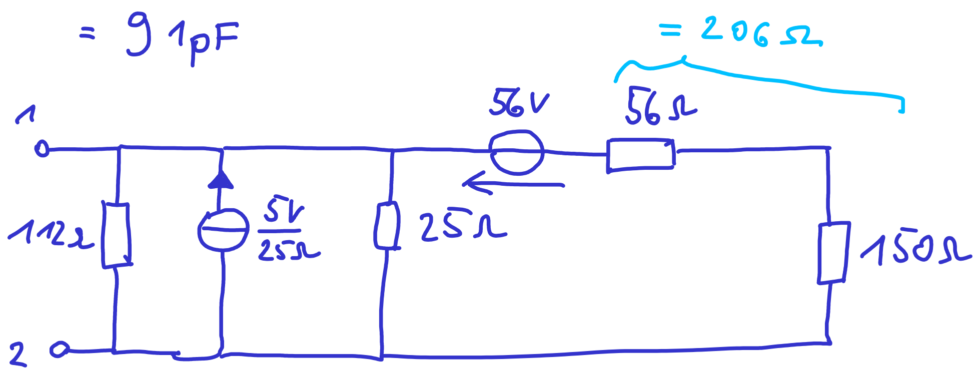
b)

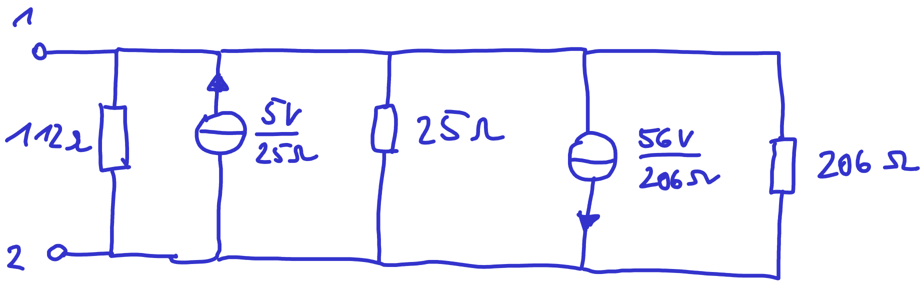


$C_{ges} = \frac{91 \cdot 12}{91+12}\,pF = 10.60\,pF$

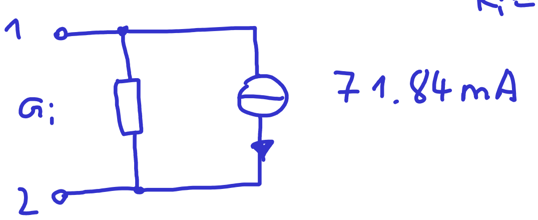
$= 91\,pF$

c)

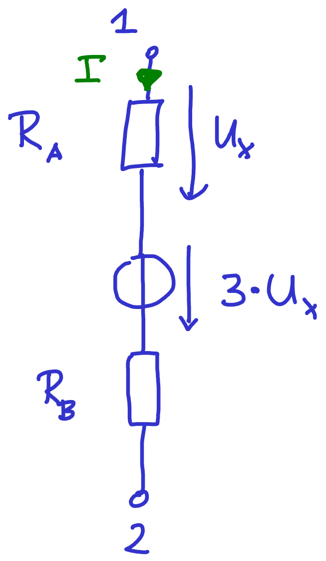




$R_i = 18.59\,\Omega \quad G_i = 53{,}78\,mS$



d)



$$R_A = \frac{(13+35)\cdot 21}{13+35+21}\,k\Omega = 14.68\ k\Omega$$

$$R_B = 96\,k\Omega + 6\,k\Omega = 102\,k\Omega$$

Kurzschlussfall:

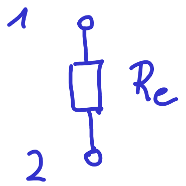
$$I_{KS} = \frac{U_x}{R_A} \qquad \text{und} \qquad 0 = U_x + 3\cdot U_x + R_B \cdot I_{KS}$$

$$\Rightarrow \quad 0 = 4U_x + R_B \cdot \frac{U_x}{R_A} \quad \Rightarrow \quad U_x = 0$$

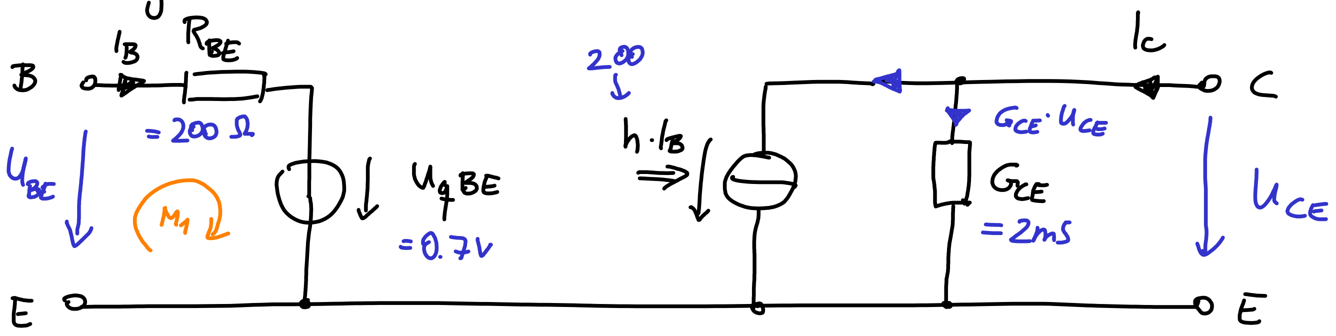
Die Schaltung ist linear abhängig und verhält sich wie ein Widerstand!

$$R_e = \frac{U}{I} = \frac{4U_x + I \cdot R_B}{I} = \frac{4 \cdot R_A \cdot \cancel{I} + R_B \cdot \cancel{I}}{\cancel{I}}$$

$$= 4 \cdot R_a + R_B = 160.72\ k\Omega$$



Aufgabe 3

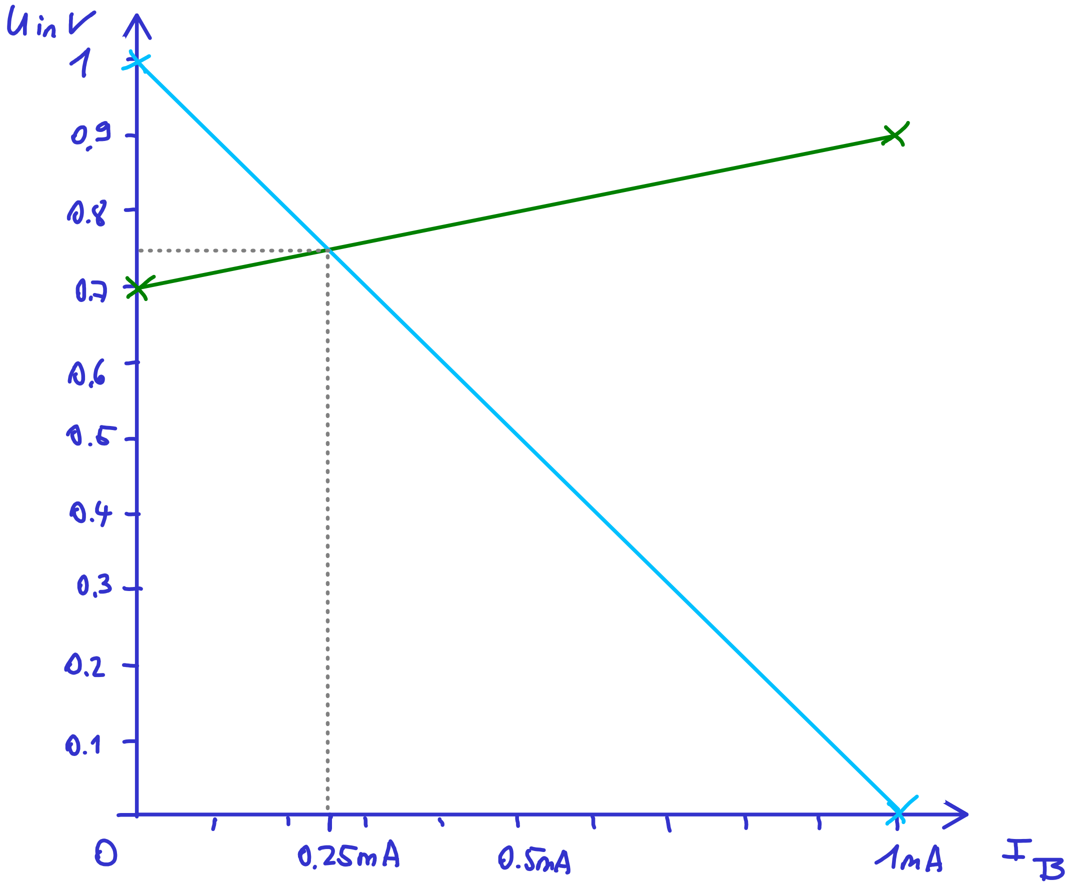


a) $U_{BE}(I_B)$: aus Schaltung M_1:

$$U_{BE} = I_B \cdot R_{BE} + U_{qBE} = I_B \cdot 200\,\Omega + 0.7V$$

$$U_{BE}(I_B = 0) = 0.7V$$

$$U_{BE}(I_B = 1mA) = 0.9V$$

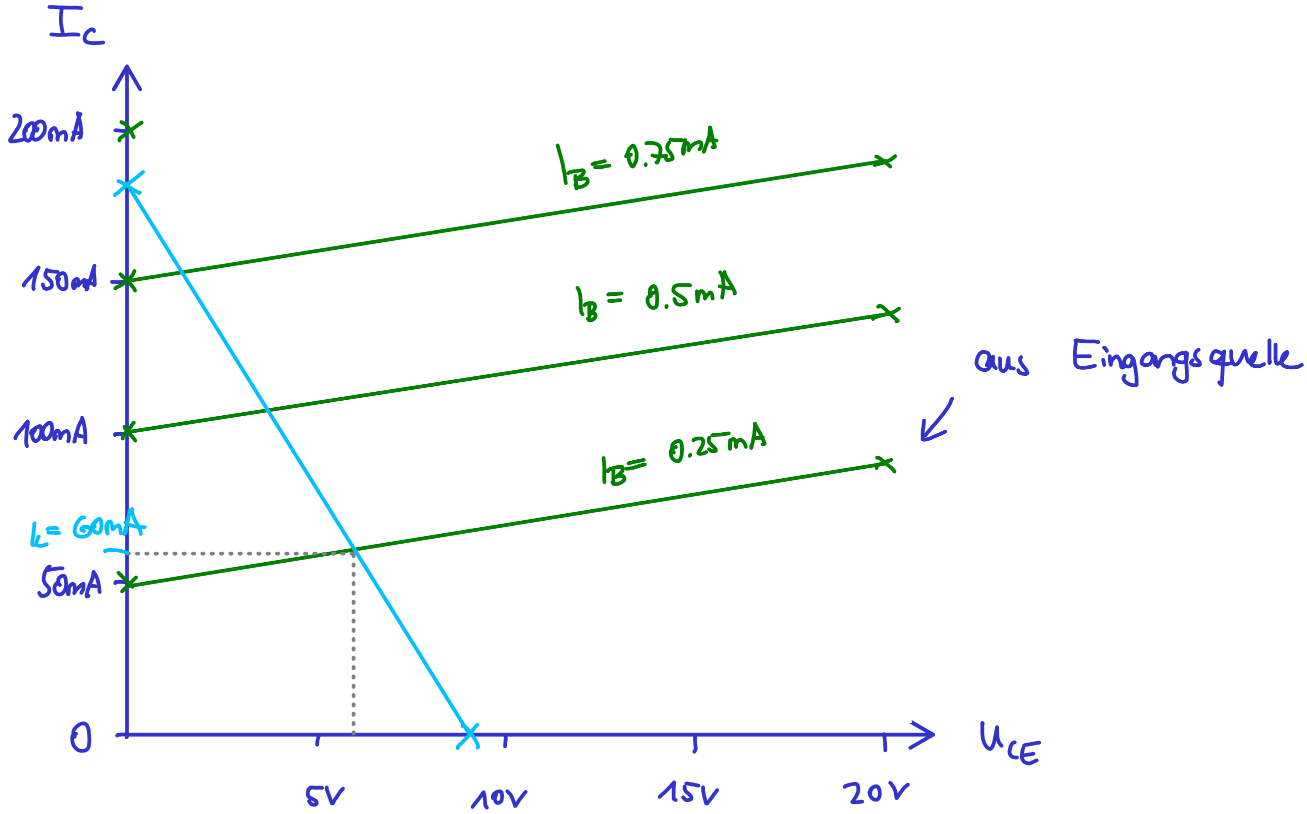


$I_C(U_{CE})$: $\quad I_C = h \cdot I_B + G_{CE} \cdot U_{CE}$

$I_B = 0$: $\quad U_{CE} = 0V$: $\quad I_C = 0$

$\quad U_{CE} = 20V$: $\quad I_C = 40mA$

$I_B = 1mA$; $U_{CE} = 0V$: $I_c = 200mA$



b) $I_{q1} = 1mA$ $\quad R_i = 1k\Omega$

$U_L = 1mA \cdot 1k\Omega = 1V$

$\frac{9V}{50\Omega} = 180mA$

grafisch: $I_B = 0.25mA$

$I_C = 60mA$

$U_{CE} = 6V$

$U_{BE} = 0.75V$

Rechnerische Lösung: Eingang:

$R_{i1} \cdot I_{q1} - I_B \cdot R_{i1} = I_B \cdot R_{BE} + U_{qBE}$

$1V - I_B \cdot 1k\Omega = I_B \cdot 200\Omega + 0.7V$

$1V - 0.7V = I_B (200\Omega + 1k\Omega)$

$0.3V = I_B \cdot 1.2k\Omega$

$I_B = \frac{0.3V}{1.2k\Omega} = \underline{\underline{0.25\,mA}}$

$U_{BE} = 250\mu A \cdot 200\Omega + 0.7V$

$= \underline{\underline{0.75V}}$

Ausgang: $\frac{U_{q2}}{R_{i2}} - \frac{U_{CE}}{R_{i2}} = h \cdot I_B \cdot G_{CE} + U_{CE}$

$180mA - \frac{U_{CE}}{50\Omega} = 200 \cdot 0.25mA + 2mS \cdot U_{CE}$

$180mA - 200 \cdot 0.25mA = \left(\frac{1}{50\Omega} + 2mS\right) \cdot U_{CE}$

$U_{CE} = \frac{130mA}{22mS} = \underline{\underline{5.91\,V}}$

$I_c = 200 \cdot 250\mu A + 2mS \cdot 5.91V$

$\approx \underline{\underline{62mA}}$

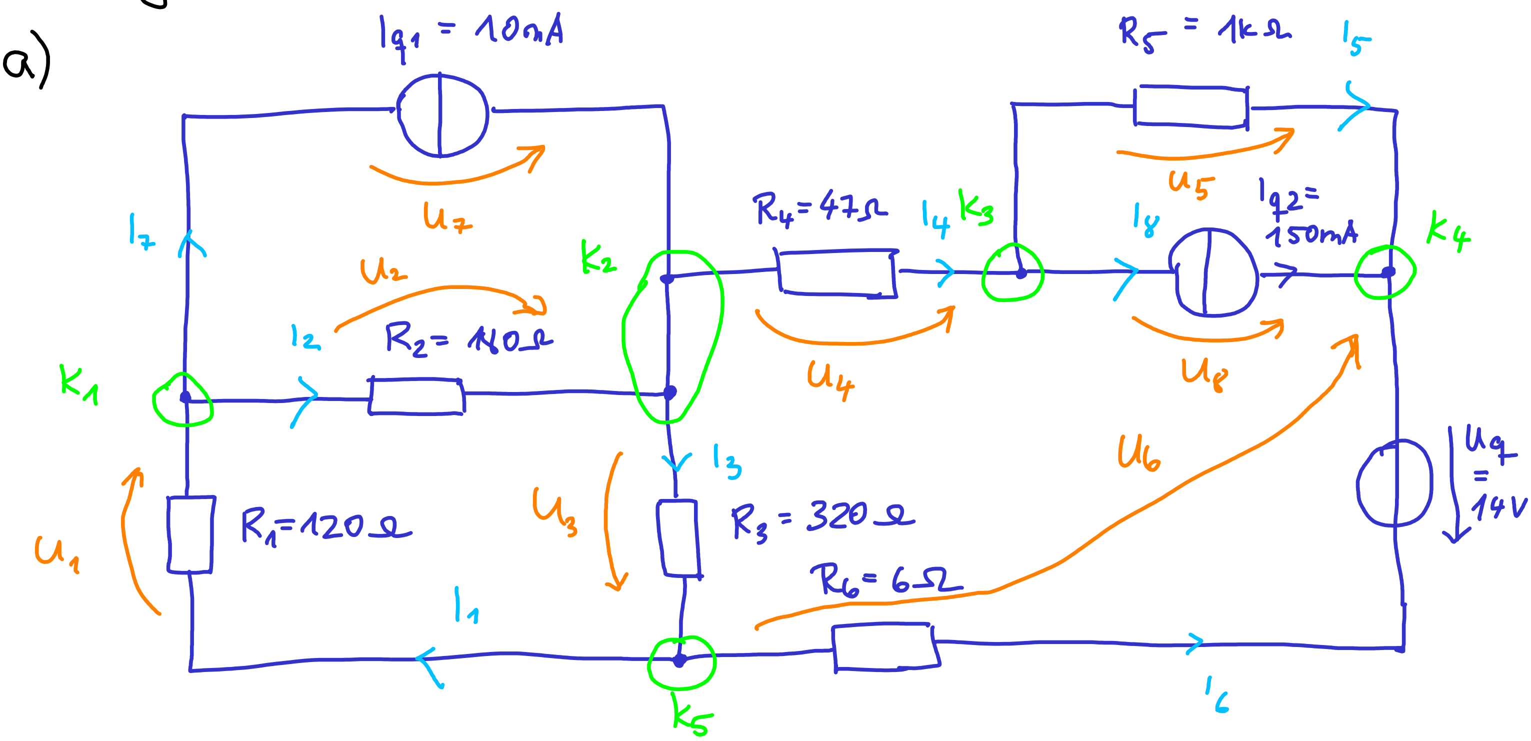
c)

- die Kennlinie vom realen Transistor ist nicht linear
- der Innenwiderstand R_{CE} ist nicht konstant, daher hat das Ausgangskennlinienfeld in drei Bereiche eingeteilt
- ein realer Transistor ist rein passiv

oder drei andere Beispiele

Aufgabe 4

a)



8 Zweige → 8 Zweiggleichungen $(z=8)$

1) $U_1 = R_1 \cdot I_1$
2) $U_2 = R_2 \cdot I_2$
3) $U_3 = R_3 \cdot I_3$
4) $U_4 = R_4 \cdot I_4$
5) $U_5 = R_5 \cdot I_5$
6) $U_6 = R_6 \cdot I_6 - U_q$
7) $I_7 = I_{q1}$
8) $I_8 = I_{q2}$

b) 5 Knoten → 4 linear unabhängige Knotengleichungen $(k-1=4)$

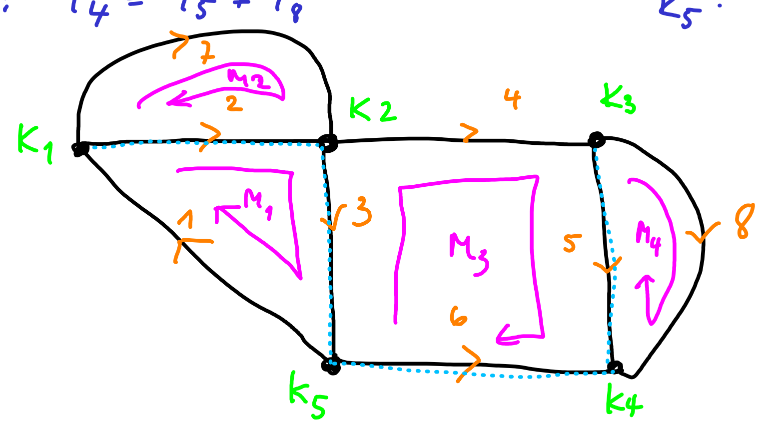
$K_1: \; I_1 = I_2 + I_7$

$K_4: \; I_5 + I_6 + I_8 = 0$

$K_3: \; I_4 = I_5 + I_8$

$K_5: \; I_3 = I_1 + I_6$

c)



4 Maschengleichungen:

$M1: \; U_1 + U_2 + U_3 = 0$

$M2: \; U_2 = U_7$

$M3: \; U_3 + U_6 = U_4 + U_5$

$M4: \; U_5 = U_8$

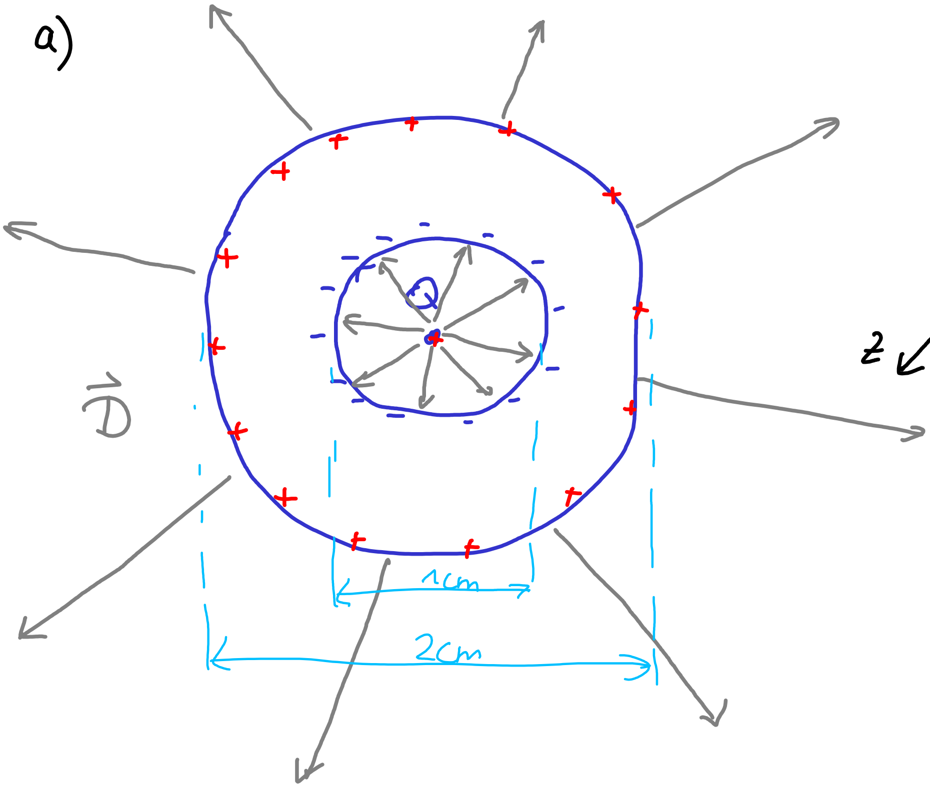
— Graph

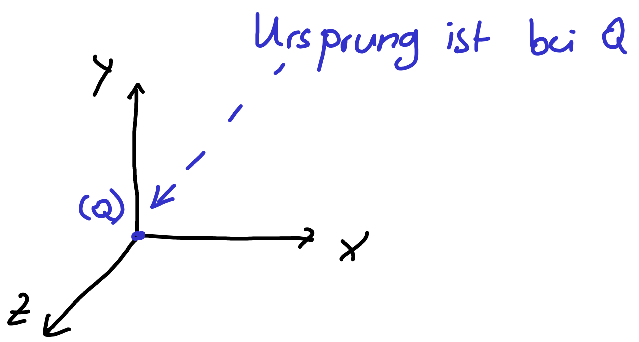
⋯⋯ Vollst. Baum

d) $n = 2z = 16 = z + (k-1) + m$

Aufgabe 5:

a)



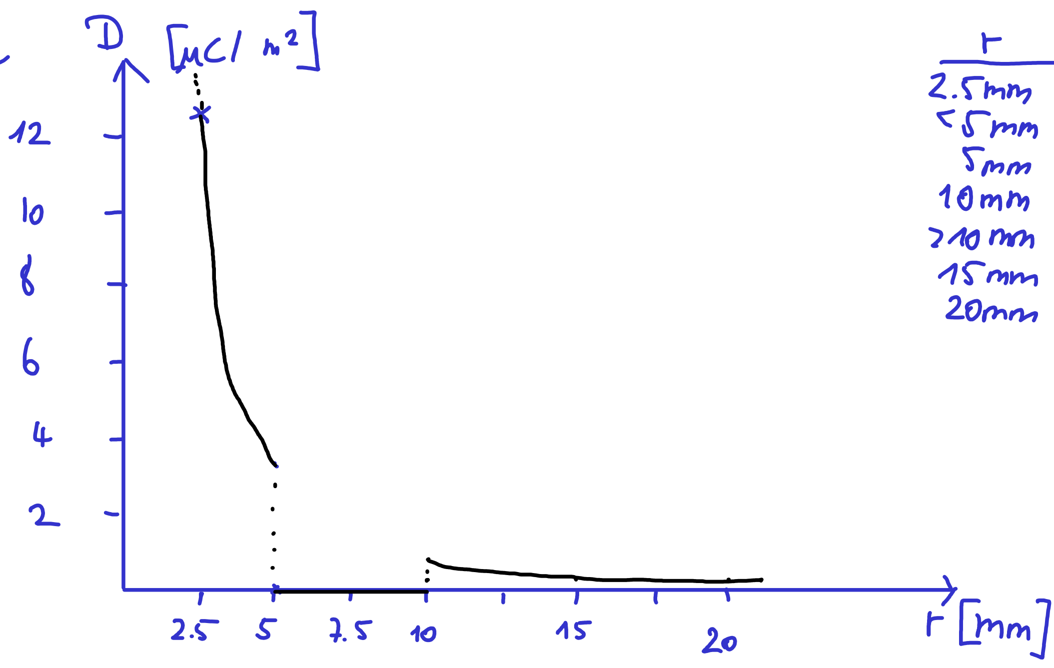


b)

$$Q = \oiint_A \vec{D} \cdot d\vec{A} = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} D \cdot \vec{e}_r \cdot \vec{e}_r \cdot r^2 \sin\vartheta \, d\vartheta \, d\varphi$$

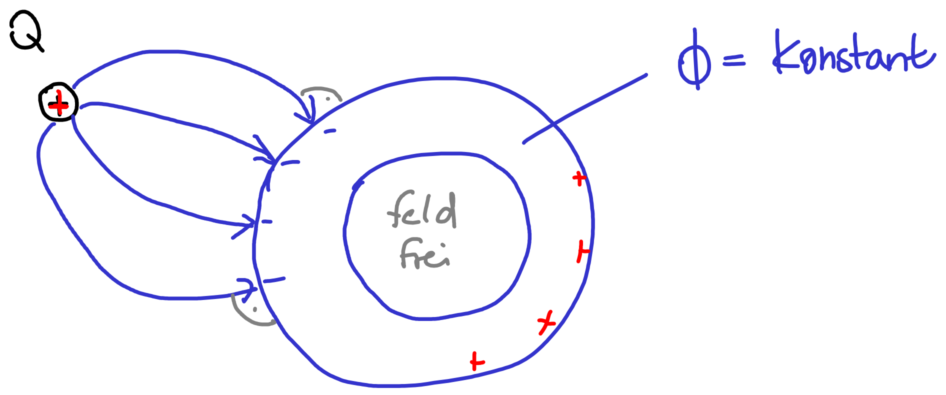
$$= 4\pi r^2 \cdot D$$

$$\vec{D} = \begin{cases} \frac{1\,nC}{4\pi r^2} \vec{e}_r & \text{für} \quad 0 < r < 0.5\,cm \ \text{und} \\ & \quad\ 1\,cm < r \\ 0 & \text{für} \quad 0.5\,cm \leq r \leq 1\,cm \end{cases}$$



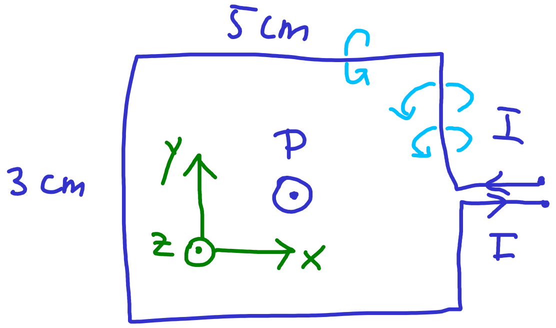
r	D
2.5 mm	12.73 µC/m²
< 5 mm	> 3.18 µC/m²
5 mm	0
10 mm	0
> 10 mm	< 0.80 µC/m²
15 mm	0.35 µC/m²
20 mm	0.20 µC/m²

c) Der Innenraum ist feldfrei, da sich die Ladungen in der Kugel umverteilen, so dass die Kugelschale feldfrei ist.
Da das Potenzial der Kugelschale konstant ist, endet $\vec{D}$-Feld auf der äußeren Kugelschale und das Innere Feld verschwindet.

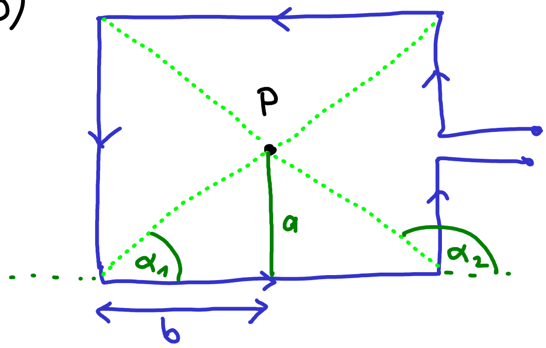


Aufgabe 6

a) Das Magnetfeld zeigt aus der Papierebene heraus bzw. in $\vec{e}_z$-Richtung.



b)



Gesetz von Biot-Savart:

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi r^2} I \cdot \sin\alpha \cdot dl$$

$$\Rightarrow |\vec{H}(\vec{r})| = \frac{I}{4\pi a}(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

Leiterstücke à 5cm:

$$|\vec{H}_{5cm}(\vec{r})| = \frac{1A}{4\pi \cdot 1.5cm}(\cos 31° - \cos 149°) =$$

$$\alpha_1 = \arctan\left(\frac{a}{b}\right) = \arctan\left(\frac{1.5cm}{2.5cm}\right) = 31°$$

$$\alpha_2 = 180° - \alpha_1 = 149°$$

$$\vec{H}_{5cm} = 9.1 \frac{A}{m}\vec{e}_z$$ je Leiterstück

Leiterstücke à 3cm:

$$|\vec{H}_{3cm}(\vec{r})| = \frac{1A}{4\pi \cdot 2.5cm}(\cos 59° - \cos 121°)$$

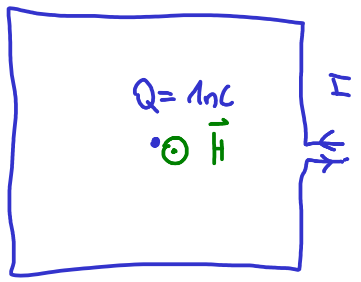
$$\alpha_1 = \arctan\left(\frac{2.5cm}{1.5cm}\right) = 59°$$

$$\alpha_2 = 180° - \alpha_1 = 121°$$

$$\vec{H}_{3cm} = 3.3 \frac{A}{m}\vec{e}_z$$ je Leiterstück

$$\rightarrow \vec{H}_{ges} = 2 \cdot (\vec{H}_{5cm} + H_{3cm}) = 24.7 \frac{A}{m}$$

c)



Lorentz Kraft:

$\vec{F}_L = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$

→ maximal, wenn $\vec{v}$ senkrecht auf $\vec{B}$ und damit senkrecht auf $\vec{e}_z$ steht

$$\rightarrow |\vec{F}| = 1nC \cdot \underbrace{\mu_0 \cdot 24.7 \frac{A}{m}}_{=|\vec{B}|} \cdot |v| \quad , \quad \vec{v} \perp \vec{e}_z$$