

1. Klausur
Grundlagen der Elektrotechnik I-B
28. Mai 2005



Name:

Vorname:

Matr.-Nr.:

Bitte den Laborbetreuer ankreuzen		
Björn Eissing	Karsten Gänger	Christian Jung
Inken Sonntag	Yvonne Knoll	Stefan Kender
Roman Möckel	Daniel Schlüter	Andreas Krutz
Christoph Gertler	Ghislain Moulil Sil	Sascha Laue
Holger Nahrstädt	Amra Anneck	
Wiederholer	sonstiges	nicht sicher

Bearbeitungszeit: 135 Minuten

- Trennen Sie den Aufgabensatz **nicht** auf.
- Benutzen Sie für die Lösung der Aufgaben **nur** das mit diesem Deckblatt ausgeteilte Papier. **Lösungen, die auf anderem Papier geschrieben werden, können nicht gewertet werden.** Weiteres Papier kann bei den Tutoren angefordert werden.
- **Notieren Sie bei der Aufgabe einen Hinweis, wenn die Lösung auf einem Extrablatt fortgesetzt wird**
- **Schreiben Sie deutlich!** Doppelte, unleserliche oder mehrdeutige Lösungen können nicht gewertet werden.
- Schreiben Sie **nicht** mit Bleistift!
- Schreiben Sie nur in **blau** oder **schwarz!**

A1	A2	A3	A4	A5	A6	Summe

1. Aufgabe (5 Punkte): Fragen aus verschiedenen Gebieten

Beantworten Sie die folgenden Fragen.

1.1. Transistor als Schalter (0,5 Punkte)

Wodurch unterscheidet sich ein Transistor als Schalter von einem mechanischen Schalter (Relais)?
Nennen Sie mindestens zwei Merkmale.

1.2. Gegentaktendstufe (0,5 Punkte)

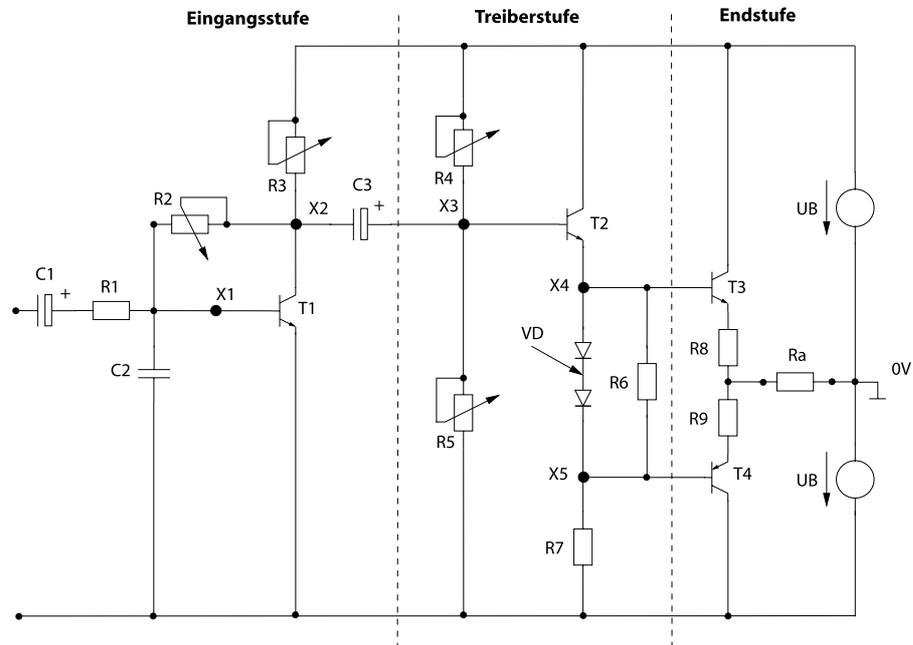
Zeichnen Sie den prinzipiellen Aufbau einer Gegentaktendstufe mit komplementären Transistoren.
Kennzeichnen Sie die Ein- und Ausgangsspannung.

1.3. Transistorgrundschaltung (0,5 Punkte)

Skizzieren Sie einen npn-Transistor in Emitterschaltung mit Spannungsgegenkopplung. Machen Sie Ein- und Ausgangsspannungen sowie die Versorgungsspannung kenntlich.

1.4. Mehrstufiger Verstärker (1,5 Punkte)

Folgende Abbildung zeigt einen mehrstufigen Verstärker für Audiosignale. Beschreiben Sie die Aufgaben der einzelnen Stufen des Verstärkers:



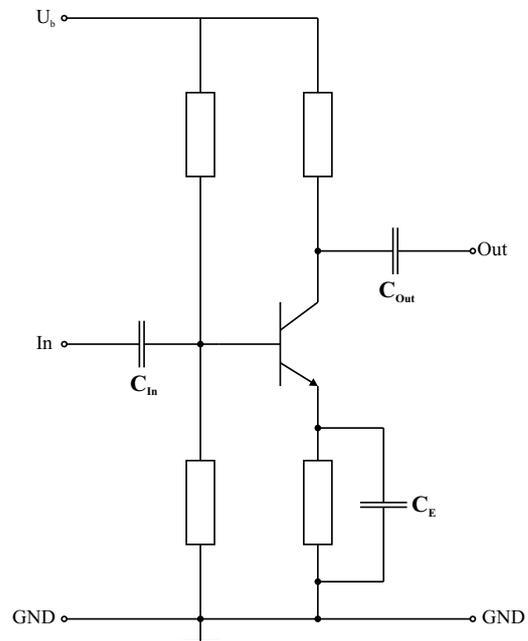
- Eingangsstufe: (0,5 Punkte)

- Treiberstufe: (0,5 Punkte)

- Endstufe: (0,5 Punkte)

1.5. Emitterschaltung (1 Punkt)

Erläutern Sie in folgender Emitterschaltung die Funktionen der Kondensatoren ...



- C_{In} , C_{Out} (0,5 Punkte):

- C_E (0,5 Punkte):

1.6. Ersatzschaltbild (0,5 Punkte)

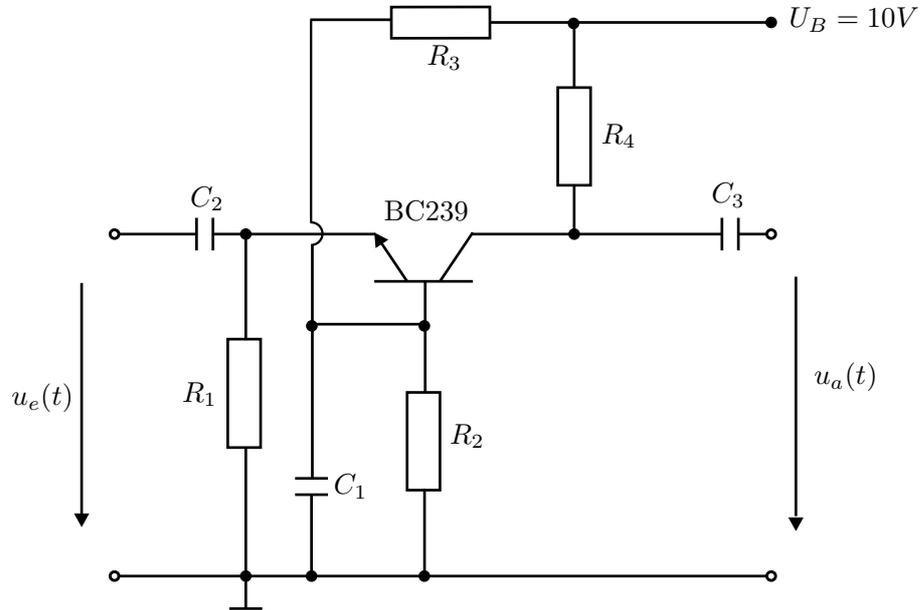
Zeichnen Sie für kleine Signale das Wechselspannungsersatzschaltbild des Transistors. Benennen Sie alle Elemente und tragen Sie **alle Strom- und Spannungspfeile** ein.

1.7. Energie im Kondensator (0,5 Punkte)

Nach welcher Formel errechnet sich die Energie, die in einem Kondensator der Kapazität C gespeichert ist, wenn er auf eine Spannung U aufgeladen ist?

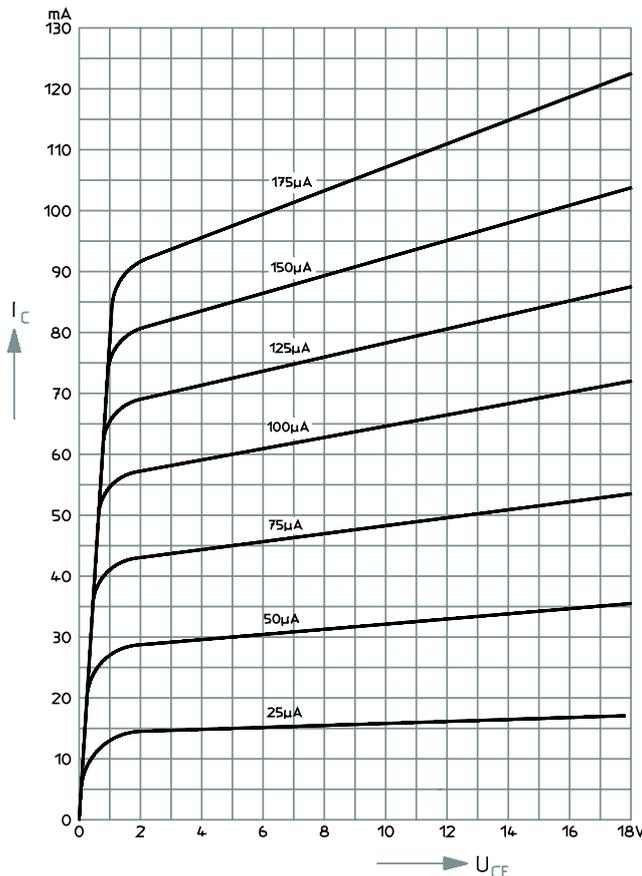
2. Aufgabe (5 Punkte): Arbeitspunkteinstellung am Transistor

Folgende Basis-Schaltung ist gegeben.

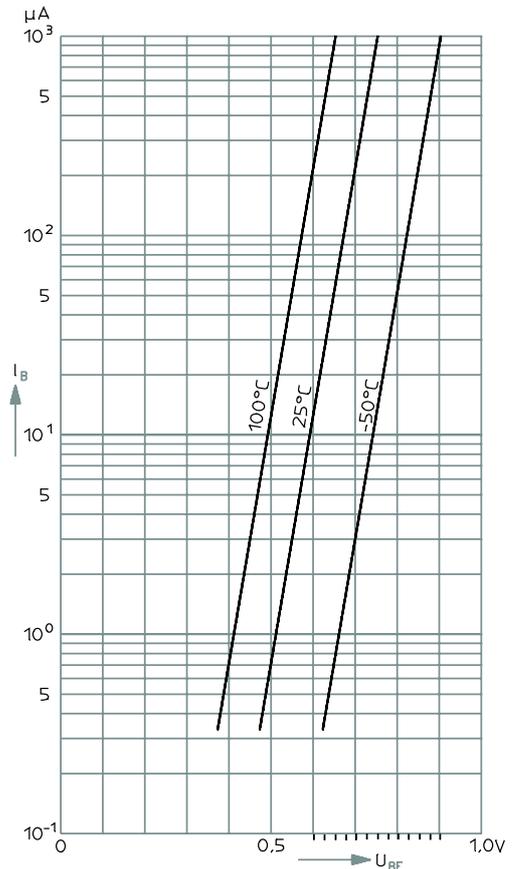


Es ist bekannt, dass im Arbeitspunkt der Basisstrom $I_B = 75\mu A$ und der Kollektorstrom $I_C = 45mA$ betragen. Es gelte weiterhin $R_4 = 5 \cdot R_1$ und $I_{R_2} = 9 \cdot I_B$. Die Schaltung arbeitet bei Raumtemperatur. Die maximale Verlustleistung $P_{BC239max}$ beträgt $0.5W$.

Ausgangskennlinienfeld des BC239



Eingangskennlinien des BC239



2.1. Arbeitsgerade (1,5 Punkte)

Tragen Sie die Arbeitsgerade in das geeignete Kennlinienfeld ein. Geben Sie hierzu 2 Punkte der Geraden an!

2.2. Widerstände im AP (3 Punkte)

Berechnen Sie die Werte aller Widerstände (Hinweis: Es kann näherungsweise angenommen werden, dass der Emitterstrom I_E gleich dem Kollektorstrom I_C ist).

2.3. Verlustleistungshyperbel (0,5 Punkte)

Zeichnen Sie die Verlustleistungshyperbel in das Ausgangskennlinienfeld ein. Berechnen Sie dazu mindestens 4 Stützpunkte. Darf die Schaltung im vorgegebenen Arbeitspunkt betrieben werden? (Begründung!)

3. Aufgabe (5 Punkte): h-Parameter

Gegeben ist folgender passiver Vierpol:

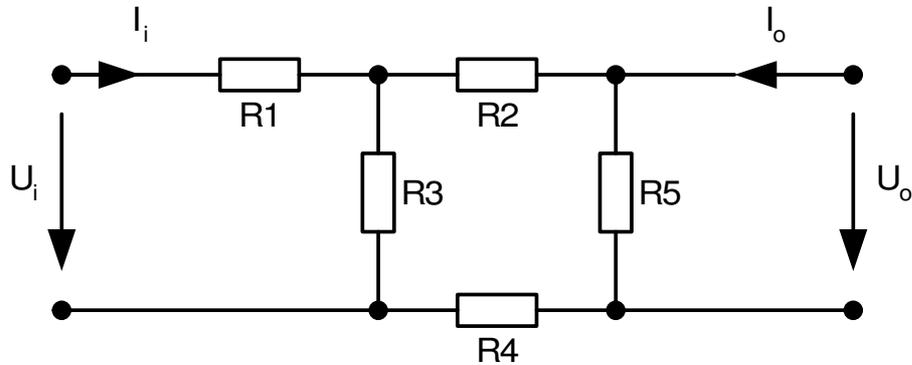


Abbildung 1: Vierpol

$$R = R_1 = R_2 = R_3 = \frac{1}{2} \cdot R_4 = \frac{1}{2} \cdot R_5$$

3.1. Vierpolgleichungen (1 Punkt)

Schreiben Sie die allgemeinen Vierpolgleichungen mit Hilfe der h-Parameter für diese Schaltung auf.

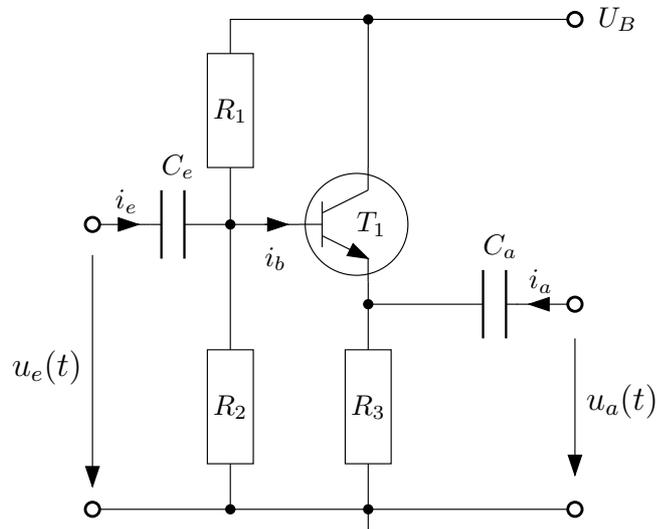
Hinweis: Beachten Sie die Indizes

3.2. Vierpolparameter (4 Punkte)

Nennen Sie die Formeln zur Bestimmung der h-Parameter und berechnen Sie diese!

4. Aufgabe (5 Punkte): Wechselstromersatzschaltbild

Gegeben ist die folgende Schaltung:



4.1. Schaltung erkennen (0,5 Punkte)

Um was für eine Transistorschaltung handelt es sich?

4.2. Vollständiges Wechselstromersatzschaltbild (1,5 Punkte)

Zeichnen Sie das **vollständige** Wechselstromersatzschaltbild der Schaltung unter der Annahme $C_e = C_a \neq \infty$. Vergessen Sie nicht die in der obigen Abbildung gegebenen Ströme und Spannungen einzuzichnen, sowie die Elemente des Ersatzschaltbilds zu benennen.

4.3. Vereinfachung des Wechselstromersatzschaltbilds (1 Punkt)

Vereinfachen Sie das in der vorherigen Teilaufgabe gewonnene Ersatzschaltbild unter der Voraussetzung, dass: $h_{12} = 0$, $C_e \rightarrow \infty$ und $C_a \rightarrow \infty$. Vergessen Sie nicht die Bauelemente zu benennen, sowie die Spannungen und Ströme einzuzeichnen.

4.4. Berechnungen (2 Punkte)

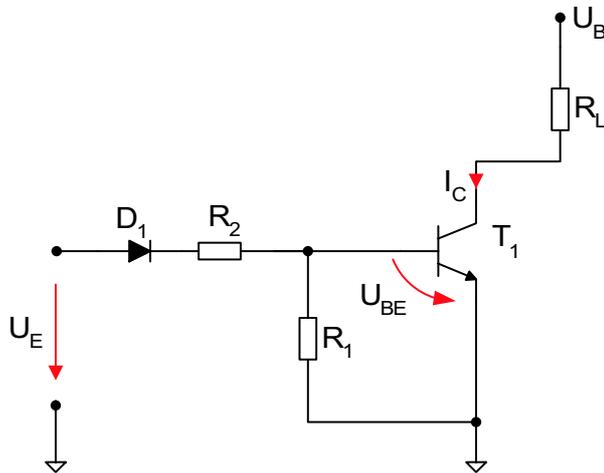
Berechnen Sie die Wechselspannungsverstärkung $v = \frac{u_a}{u_e}$ und den Eingangswiderstand $r_e = \frac{u_e}{i_e}$ für das **vereinfachte** Wechselstromersatzschaltbild der Schaltung.

Hinweis: Zur Übersichtlichkeit genügt es bei einer Parallelschaltung $R_x \parallel R_y$ anstelle von $\frac{R_x \cdot R_y}{R_x + R_y}$ zu schreiben.

Bewertung:

5. Aufgabe (5 Punkte): Transistor als Schalter

Gegeben ist die folgende Schaltung mit den Kennlinien auf folgenden den Blättern für einen Transistor im Schalterbetrieb



Daten zur Schaltung

$$\begin{aligned}T &= 25^\circ C \\U_B &= 16 V \\R_L &= 200 \Omega\end{aligned}$$

Daten Transistor (Quelle Datenblatt)

$$\begin{aligned}U_{CE,sat} &= 200 mV (I_C = 100 mA) \\I_{C,max} &= 100 mA \\P_{tot} &= 500 mW \\T_{j,max} &= 150^\circ C \\I_{B,peak} &= 200 mA\end{aligned}$$

Daten Diode (Quelle Datenblatt)

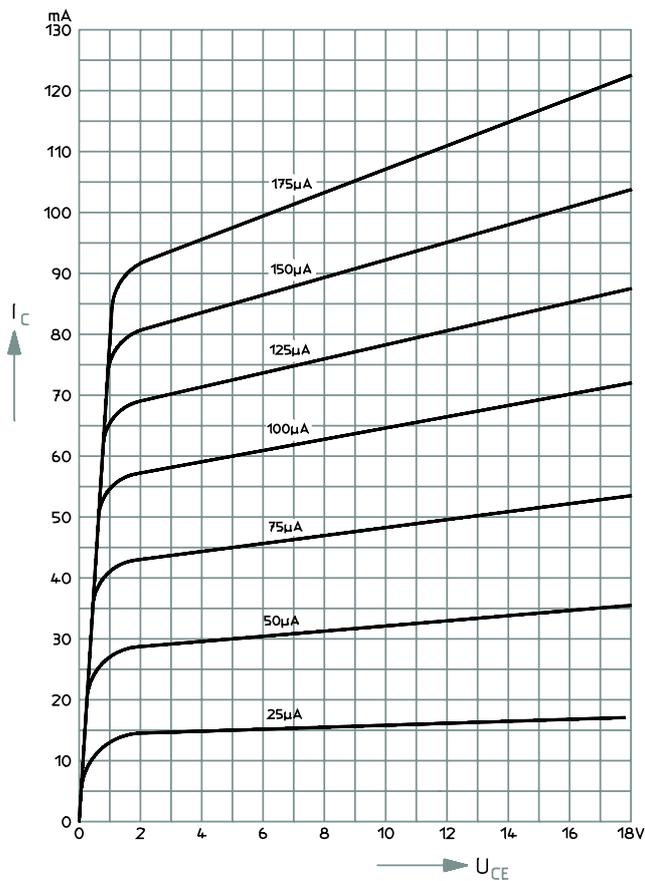
$$\begin{aligned}U_D &= 0,7 V, \\r_D &= 0 \Omega\end{aligned}$$

5.1. Arbeitsgerade (1,5 Punkte)

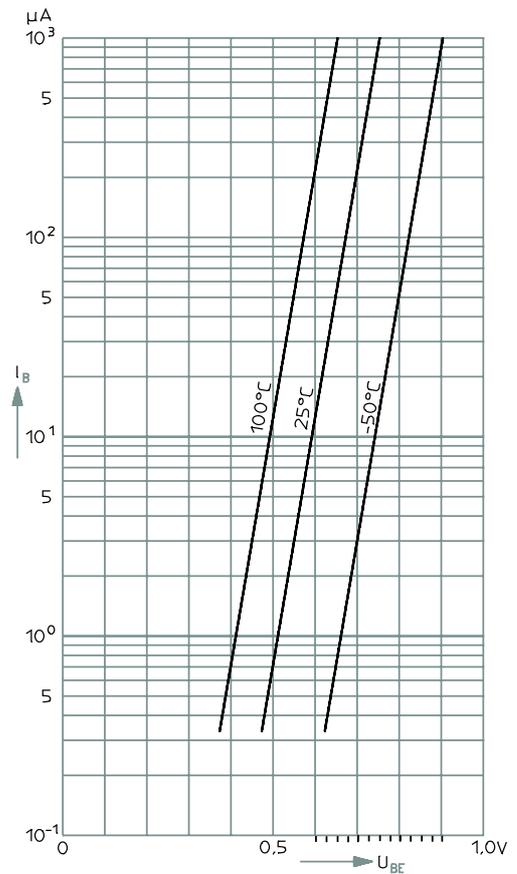
Zeichnen Sie die **Arbeitsgerade** in das Ausgangskennlinienfeld ein. Bestimmen Sie graphisch aus dem Kennlinienfeld den Kurzschlussstrom I_K und Basisstrom $I_{B,sat}$, der **mindestens** notwendig ist, um die Kollektor-Emitterspannung U_{CE} so klein wie möglich zu machen.

Hinweis: Der Transistor soll sicher durchschalten. Ein Übersteuern der Basis ist nicht gewünscht.

Ausgangskennlinienfeld des BC239



Eingangskennlinien des BC239



5.2. Widerstandsdimensionierung (2 Punkte)

Bestimmen Sie R_1 und R_2 so, dass bei $U_e = U_B$ gilt: $I_{R_1} = 10 \cdot I_{B,sat}$. Verwenden Sie hierfür $I_{B,sat}$ aus dem Aufgabenteil 1.

5.3. Neuer Lastwiderstand (1 Punkt)

Der Lastwiderstand R_L soll auf einen Wert von $10\ \Omega$ verkleinert werden. Ist es möglich, diesen Wert zu wählen?

Hinweis: Beachten Sie die Angaben zum verwendeten Transistor aus dem Datenblatt wie in der Aufgabenstellung angegeben.

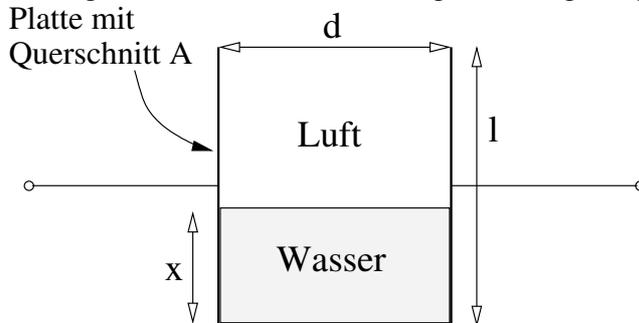
Begründen Sie Ihre Antwort!

5.4. Lösung für $R_L = 10\ \Omega$ (0,5 Punkte)

Wie würden Sie das Problem lösen, wenn Sie einen Lastwiderstand von $R_L = 10\ \Omega$ betreiben müssen? Beschreiben Sie **stichpunktartig** einen Ansatz.

6. Aufgabe (5 Punkte): Kondensator

Gegeben ist die folgende Anordnung mit 2 Kondensatorplatten mit der Querschnittsfläche A . Die Anordnung ist mit einer nicht leitfähigen Flüssigkeit gefüllt.



Gegeben:

$$d = 53,47 \text{ cm}$$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$l = 80 \text{ cm}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$\epsilon_{r,Wasser} = 80$$

6.1. Kapazität (1.5 Punkte)

Geben Sie die Kapazität (Formel+Zahlenwert) der Anordnung an! Vernachlässigen Sie Randeffekte!
gegeben: $x = 10 \text{ cm}$

6.2. Wasserstand $x=?$ (1.5 Punkte)

Wie groß ist der Wasserstand x , wenn am Kondensator die Kapazität $C = 32,896 \text{ pF}$ gemessen wird?

6.3. Elektrische Ladung (1 Punkt)

Der Kondensator wird an eine Spannungsquelle $U = 14.92\text{V}$ angeschlossen und zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Welche Ladung Q wird an den Elektroden gespeichert?

6.4. Spannung (1 Punkt)

Der Kondensator wird nun von der Spannungsquelle getrennt. Anschließend wird das Wasser im Kondensator abgelassen. Wie groß ist jetzt die Kondensatorspannung?

