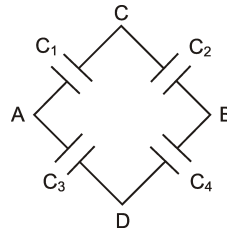


**Aufgabe 7 (Votier) Kondensatoren**

**10 Punkte**

- (a) Gegeben seien die Kapazitäten  $C_i$  der Kondensatoren für  $i = 1, \dots, 4$  und die Spannungsdifferenz zwischen Punkt A und Punkt B ( $\Delta V = V_A - V_B$ ) der folgenden Schaltung.



- Berechnen Sie die Spannungsdifferenz  $V_C - V_D$ . (3 Punkte)
  - Welche Beziehung müssen die Kapazitäten erfüllen, damit  $V_C = V_D$ ? (1 Punkt)
- (b) In einen Plattenkondensator (Fläche:  $\Sigma$ , Plattenabstand  $h$ ) wird parallel zu den Kondensatorplatten eine flache, leitende Platte der Fläche  $\Sigma$  und Breite  $x$  eingeführt. Bestimmen Sie, wie sich die Kapazität des Kondensators und die Arbeit zur Einführung der Platte verändert, wenn
- die Ladung, (3 Punkte)
  - die Potenzialdifferenz (3 Punkte)

des Kondensators konstant bleiben.

Parameter:  $\Sigma = 400\text{cm}^2$ ,  $h = 1\text{cm}$ ,  $x = 5\text{mm}$ ,  $\Delta V = 10^4\text{V}$ .

**Aufgabe 8 Kugelkondensator**

**Vortragsübung**

- Bestimmen Sie das Potenzial  $\phi$  einer Kugelschale mit Radius  $R$ , welche die homogen verteilte Ladung  $Q$  trägt. Berechnen Sie hierzu

$$\phi(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int d^3\mathbf{r}' \frac{\rho(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} \quad (1)$$

mit einer geeigneten Raumladungsdichte  $\rho$ . Verifizieren Sie dabei, dass  $\int \rho dV = Q$ .

- Verwenden Sie das Ergebnis, um das Potenzial eines Kugelkondensators zu berechnen, der aus zwei konzentrischen, homogen geladenen Kugelschalen (Radien  $R_1, R_2$  mit  $R_1 < R_2$ , Ladungen  $\pm Q$ ) besteht. In welchen Bereichen ist das Potenzial unabhängig von  $r$ ?
- Berechnen Sie das elektrische Feld des Kugelkondensators und dessen Kapazität  $C$ . In welchen Bereichen verschwindet das elektrische Feld? Ermitteln Sie aus der Energiedichte den Energieinhalt  $W$ . Wie hängt  $W$  damit von  $C$  und der Spannung  $U$  ab?

**Aufgabe 9 (Schriftlich) Bildladungen****10 Punkte**

- (a) Geben Sie die Kraft an, die eine Punktladung  $q$  auf eine Probeladung  $Q$  im Abstand  $d$  ausübt. Wie lautet das zur Ladung  $q$  gehörende Potenzial  $\phi$ ? (2 Punkte)
- (b) Eine Ladung  $q > 0$  befinde sich im Abstand  $z = 2d$  ( $x = y = 0$ ) über einer geerdeten Platte. Es gelte somit  $\phi(x, y, z = 0) = 0$ . Des weiteren existiere eine Ladung  $-q$  im Abstand  $z = d$  ( $x = y = 0$ ). Fertigen Sie eine Skizze an. Zeigen Sie, dass Sie mit Hilfe der Methode der Bildladungen die Randbedingung  $\phi(x, y, z = 0) = 0$  erfüllen können. Wo liegen die Bildladungen und welche Ladungen besitzen diese? Zeichnen Sie sie in die Skizze ein.  
*Hinweis:* Wieso bewirken nur die Ladungen aber nicht die Abstände einen Vorzeichenwechsel? Betrachten Sie hierzu Gleichung (1) für den diskreten Fall. (3 Punkte)
- (c) Geben Sie  $\phi(0, 0, z)$  für  $d > z > 0$  an. Berechnen Sie damit das zugehörige elektrische Feld  $E = -\frac{\partial}{\partial z}\phi(z, d)$  an dieser Stelle und nahe der Platte bei  $x = y = z = 0$ . Zeigen Sie, dass im letzteren Fall gilt:  $E(z = 0) = \frac{3q}{8\pi\epsilon_0 d^2}$ .  
*Hinweis:* Die Brüche müssen nur für  $E(z = 0)$  vereinfacht werden. (3 Punkte)
- (d) Die beiden Ladungen seien fest zu einem Dipol verbunden. Geben Sie die elektrostatische Kraft an, die auf den Dipol wirkt.  
*Hinweise:* Benutzen Sie Teilaufgabe (a) und die Bildladungen. Die Lösung enthält den Bruch  $\frac{13}{144}$ . (2 Punkte)