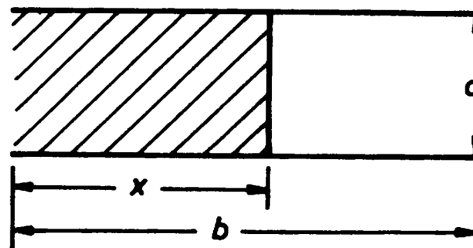


**Aufgabe 1 – Dielektrikum im Kondensator****24 Punkte**

Betrachten Sie zwei parallele leitende rechteckige Platten mit Seitenlängen  $a$  und  $b$  und Abstand  $d$  wie in der Abbildung im Querschnitt gezeigt. Ein Teil des Zwischenraums zwischen den Platten mit Länge  $x$  (entlang der Seite mit Länge  $b$ ) sei mit einer isotropen homogenen dielektrischen Flüssigkeit mit Dichte  $\rho$  und Dielektrizitätszahl  $\epsilon$  gefüllt.



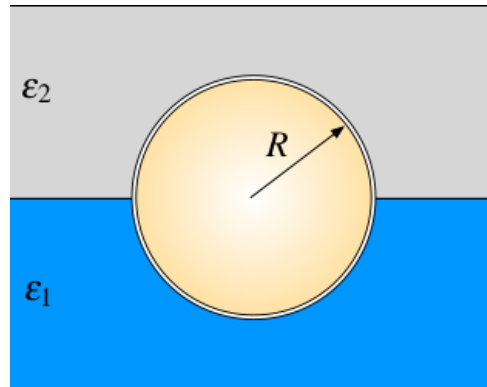
- (a) Berechnen Sie die Kapazität dieses Kondensators.  
*Hinweis: Die Kapazität ist additiv, wenn man Teilstücke des Kondensators betrachtet.*
- (b) Nehmen wir an, dass der Potenzialunterschied  $V_0$  zwischen beiden Platten konstant ist (beide sind z. B. an eine Batterie angeschlossen). Bestimmen Sie für diesen Fall die maximal bzw. minimal mögliche Ladung auf den Platten, welche durch Veränderung des Füllstandes erreicht werden kann.
- (c) Die Kondensatorplatten des Kondensators seien jeweils mit einer Gesamtladung  $Q$  bzw.  $-Q$  geladen. Berechnen Sie die Kraft auf das Dielektrikum in Abhängigkeit der Potentialdifferenz der Platten  $V$ .  
*Hinweis: Die Energie des Kondensators ist durch  $E = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$  gegeben. Vergessen Sie nicht, die Richtung der Kraft anzugeben!*
- (d) Der Kondensator sei nun aufrecht (mit der linken Seite aus der Abbildung “unten” und der rechten Seite “oben”) über einem Reservoir des flüssigen Dielektrikums positioniert, sodass der Kondensator teilweise in die Flüssigkeit eintaucht. Wie hoch steigt die Flüssigkeit (relativ zum Ausgangspegel des Dielektrikums im Kondensator  $x_0$ ) wenn der Kondensator mit einer Batterie mit Spannung  $V$  verbunden wird? Welche Arbeit wird von der Batterie verrichtet?  
*Hinweis: Wir nehmen an, dass  $b$  groß genug ist, um eine hinreichend große Menge des Dielektrikums im Kondensator zu halten und vernachlässigen Kapillarkräfte. Bezeichnen Sie die Erdbeschleunigung mit  $g$ .*

**Aufgabe 2 – Geladene Boje****20 Punkte**

Eine leitende Kugel mit Radius  $R$  treibt zur Hälfte in einer dielektrischen Flüssigkeit mit Dielektrizitätszahl  $\epsilon_1$ . Der Bereich oberhalb der Kugel besitzt die Dielektrizitätszahl  $\epsilon_2$  und die Kugel selbst trägt die Ladung  $Q$ .

- (a) Bestimmen Sie das elektrische Feld in jedem Punkt des Raums.
- (b) Berechnen Sie die freie Oberflächenladungsdichte auf der Kugel und die Polarisationsladungsdichte an den Grenzflächen zwischen der Kugel und den beiden Dielektrika.

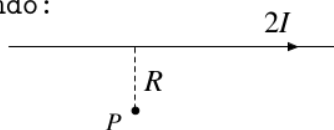
- (c) Nehmen wir nun an, das Material oberhalb der Kugel sei Vakuum (also  $\varepsilon_2 = \varepsilon_0$ ). Weiterhin sei die Dichte der Kugel gegeben durch  $\delta_K$  und die Dichte der dielektrischen Flüssigkeit durch  $\delta_1$  (mit  $\delta_1 > 2\delta_K$ ). Welches Potenzial  $V_0$  sollte unter diesen Bedingungen an die Kugel angelegt werden, damit das System im Gleichgewicht bleibt (also ein Kräftegleichgewicht herrscht).



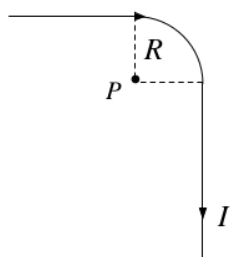
### Aufgabe 3 – Ein kniffliges Problem

16 Punkte

Fernando:



Matthias:



Fernando, Matthias und Karl, die Tutoren des Elektrodynamikkurses einer gewissen Universität, diskutieren über das Magnetfeld, das von einem Draht im Punkt  $P$  erzeugt wird.

Fernando hat einen unendlich langen Draht, durch den ein Strom  $2I$  fließt. Als Matthias diesen Draht sieht, verbiegt er diesen, sodass der Draht um  $90^\circ$  abknickt. Die Biegung nähert er durch einen Viertelkreis mit Radius  $R$  (siehe Skizze). Matthias versichert Fernando, dass selbst wenn der Stromfluss in der neuen Anordnung auf die Hälfte reduziert wird (also auf  $I$ ), der Betrag des Magnetfeldes immer noch stärker sei als im ursprünglichen Aufbau (wo-

gegen Fernando vehement widerspricht). Erstaunt über die Diskussion seiner Kollegen, erklärt Karl, beide würden sich irren, da nicht genügend über das Problem bekannt sei, um zu bestimmen, in welchem der beiden Fälle das Magnetfeld größer wäre. Helfen Sie dem Team, festzustellen, wer Recht hat.