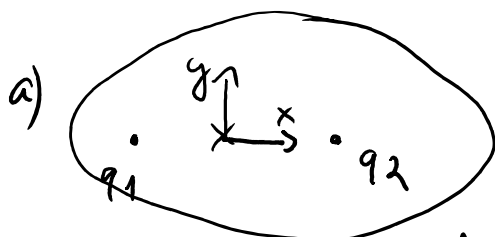
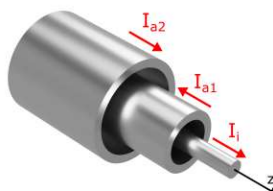


Aufgabe 1

Donnerstag, 18. Juni 2021 12:56

Aufgabe 1: Verständnisfragen (8P)

- Berechnen Sie den Betrag des elektrischen Feldes in der Mitte zwischen zwei Punktladungen $q_1 = 5e$ und $q_2 = -3e$ mit dem Abstand $d = 200 \text{ nm}$. (1P)
- Ein geladener Stab wird in die Nähe einer leichten Aluminiumkugel gebracht, welche an einem Bindfaden aufgehängt ist. Zunächst wird die Kugel von dem Stab angezogen, sobald sie sich berühren wird die Kugel jedoch stark von ihm abgestoßen. Erklären Sie dieses Verhalten. (2P)
- Ein Plattenkondensator wird mit einer Spannungsquelle mit einer Ladung Q aufgeladen. Ohne die Spannungsquelle abzutrennen, wird der Plattenzwischenraum mit einem Dielektrikum mit $\epsilon_r > 1$ gefüllt. Wie ändert sich die Ladung auf den Platten? Beschreiben Sie die Vorgänge, die zu diesem Verhalten führen. (1.5P)
- Erläutern Sie modellhaft, warum sich ein Kupferdraht durch einen Stromfluss erwärmt und warum der Widerstand des Drahtes mit der Temperatur steigt. (1P)
- Eine Lichterkette, welche eine 12V Spannungsversorgung benötigt, soll mit einem Netzteil betrieben werden. Bevor das Netzteil angeschlossen wird, wird die Ausgangsspannung mit einem Voltmeter geprüft, welches wie erwartet 12V anzeigt. Nachdem das Netzteil angeschlossen wird, leuchtet die Lichterkette allerdings nur sehr schwach. Erklären Sie die Beobachtung. (1P)
- In einem Triaxialkabel fließen durch Innenleiter, 1. und 2. Außenleiter jeweils die Ströme $I_i = 0,2 \text{ A}$, $I_{a1} = -0,4 \text{ A}$ und $I_{a2} = 0,2 \text{ A}$. Leiten Sie Ausdrücke für den Betrag des Magnetfelds in den beiden Zwischenräumen und im Außenraum her und geben Sie die jeweilige Richtung des Felds an. (1.5P)



Lege Ursprung in die Mitte der beiden Ladungen. (1D-Problem)

$$\text{Feld von Ladung } q_1: \vec{E}_1(\vec{R}) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{R} - \vec{r}_1}{|\vec{R} - \vec{r}_1|^3} \quad \vec{R} = 0, \vec{r}_1 = \frac{d}{2} \quad \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(0 - (-\frac{d}{2}))}{|0 - (-\frac{d}{2})|^3} \hat{e}_x$$

$$q_2: \vec{E}_2 = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{R} - \vec{r}_2}{|\vec{R} - \vec{r}_2|^3} = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0} \frac{(0 - \frac{d}{2})}{|0 - \frac{d}{2}|^3} \hat{e}_x$$

$$\text{Superposition: } \vec{E}_{\text{ges}} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = (q_1 - q_2) \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{(\frac{d}{2})^2} \hat{e}_x$$

$$= (5e + 3e) \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{(\frac{2 \cdot 10^{-7} \text{ m}}{2})^2} \hat{e}_x$$

$$= 1,152 \frac{\text{MV}}{\text{m}}$$

b)

- Ladungen in Metallkugel werden bei Näheren des gel. Stabes an der ...

- Ladungen in Metallkugel werden bei Näheren des gel. Stabes aufgrund von Influenz gebracht.
- Die zum Stab zugewandte Seite ist dann ungleichnamig zum Stab geladen, die entgegengesetzte gleichnamig. Aufgrund der $\frac{1}{r^2}$ - Abhängigkeit der Coulomb-Kraft wirkt daher insgesamt eine anziehende Kraft zwischen Kugel und Stab.
- Berührt der Stab die Kugel, fließen Ladungen vom Stab auf die Kugel, bis beide die gleiche Ladung aufweisen. Da beide jetzt gleichnamig geladen sind, stoßen sie sich ab.

c)

- Spannungsquelle angeschlossen: $U = \text{const.}$
- Dielektrikum: Kapazität C steigt
- Dann folgt für die Ladung: $Q = \underbrace{C}_{\text{steigt}} \cdot \underbrace{U}_{\text{const.}} \rightarrow \text{steigt}$
- Es müssen also zusätzliche Ladungen auf die Platten fließen.

d)

- Prnde-Modell: Elektronen stoßen mit Atomrümpfen im Gitter und regen diese zu Schwingungen an.
 \Rightarrow Temperatur steigt.
- Je höher die Temperatur, desto stärker schwingen die Atomrümpfe und desto wahrscheinlicher werden Stöße.
Mehr Stöße \Rightarrow geringere Driftgeschwindigkeit der Elektronen
 \rightarrow

\Rightarrow geringeren Strom bei gleicher Spannung \Rightarrow Widerstand steigt

e)

- Netzteil hat zu hohen Innenwiderstand.

\Rightarrow Großteil der 12V fällt am Innenwiderstand, sodass zu wenig Leistung für die Kette zur Verfügung steht.

- Test mit Voltmeter zeigt dies nicht an, da dort kaum Strom fließt (Voltmeter haben Innenwiderstand im M Ω -Bereich) und somit der Spannungsabfall am Innenwiderstand vernachlässigbar ist.

f)

Ampère'sches Gesetz $\oint_{\partial A} \vec{B}' \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{\text{ein}}$

- Wähle als Weg jeweils Kreis mit Mittelpunkt im Ursprung.

$$\vec{B}' = B \hat{e}_y, \quad d\vec{s} = ds \hat{e}_y$$

$$\Rightarrow \oint_{\partial A} \vec{B}' \cdot d\vec{s} = \oint_{\partial A} B ds = B \oint_{\partial A} ds = 2\pi r B$$

$$\Rightarrow \vec{B} = \frac{\mu_0 I_{\text{ein}}}{2\pi r} \hat{e}_y$$

innerer Sonnenbereich: $I_{\text{ein}} = 0,2 \text{ A}$

äußerer Sonnenbereich: $I_{\text{ein}} = I_i + I_{a1} = -0,2 \text{ A}$

Außenbereich: $I_{\text{ein}} = I_i + I_{a1} + I_{a2} = 0 \text{ A}$