

Übungsaufgaben

Experimentalphysik II, SoSe 2013

Prof. Grundmann, Dr. von Wenckstern wenckst@physik.uni-leipzig.de

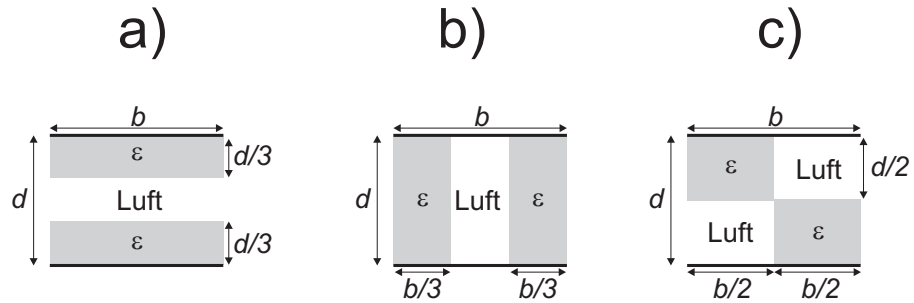
Ausgabe: 19. April 2013

Abgabe: **30. April 2013, 11:00 Uhr**

- E08.** Auf der Oberfläche (diese stellt eine Äquipotenzialfläche dar) eines kugelförmigen, homogen geladenen Tropfen Wassers ($Q = 3 \cdot 10^{-11} \text{ C}$) herrscht ein Potenzial von $U = 500 \text{ V}$ (im Unendlichen sei $U = 0 \text{ V}$).
- a) Welchen Radius R hat der Tropfen? **[2 Punkte]**
- b) Zwei derartige Tropfen mit demselben Radius und derselben Ladung wie unter a) kombinieren durch Berührung und bilden einen einzigen kugelförmigen, homogen geladenen Tropfen. Wie groß ist das Potenzial auf der Oberfläche dieses Tropfens? **[3 Punkte]**
- E09.** In der modernen Mikroelektronik nutzt man mehr und mehr Quantisierungseffekte in Halbleiterbauelementen. Als Modell für einen Einzelelektronentransistor bzw. -kondensator betrachten wir eine Kugel mit einem Radius R von 40 nm (ein sogenannter "Quantenpunkt"), die in Silizium (Dielektrizitätskonstante $\epsilon = 11,9$) eingebettet ist.
- a) Welche Kapazität besitzt dieser "Quantenpunkt"? **[1 Punkte]**
- b) Welches Potenzial besitzt der Quantenpunkt, wenn er mit einem Elektron ($q = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) beladen ist? **[1 Punkte]**
- c) Welche Arbeit muß verrichtet werden, um ein weiteres Elektron aus dem Unendlichen auf den Quantenpunkt zu bringen? (Diese Energie muss aufgebracht werden, um den Quantenpunkt mit einem zweiten Elektron zu beladen. Die Tatsache, dass für kleinere Energien (bzw. angelegte externe Spannungen) kein weiteres Elektronen in den Quantenpunkt gelangt, heißt Coulomb-Blockade). **[2 Punkte]**
- Zusatzaufgabe: Schätzen Sie die Temperatur ab, bis zu der man die Coulomb-Blockade für unseren Quantenpunkt beobachten kann. (Siehe z.B.: Kapitel 13.3.2 in M. Grundmann, The Physics of Semiconductors, erhältlich in der Bibliothek, Zweigstelle Physik)*
- [2 Punkte]**
- d) Kann der Quantenpunkt durch elektrisches Beladen ein Potenzial von **genau** 10 mV erreichen? Wieviele Elektronen müsste er dafür aufnehmen? **[2 Punkte]**
- Hinweis: Nehmen Sie an, dass es sich bei dem Quantenpunkt um einen Kugelkondensator handelt, dessen äußere Platte im Unendlichen liegt.
- E10.** Ein Plattenkondensator mit einer Fläche von $A = 50 \text{ cm}^2$ ist mit einem Dielektrikum gefüllt. Dessen Permittivitätszahl beträgt 10 , der spezifische Widerstand $10^{12} \Omega \text{ m}$. Er hat einen Widerstand von $R = 40 \text{ G}\Omega$ und eine Durchschlagsfeldstärke von $E_d = 30 \text{ kV/mm}$.
- Welche Kapazität C hat der Kondensator, und welche Spannung U_d darf nicht überschritten werden, so dass der Kondensator nicht durchbricht?

[3 Punkte]

E11. Bestimmen Sie die Kapazitäten der in der untenstehenden Skizze abgebildeten Kondensatoren, welche teilweise mit einem Dielektrikum mit der Dielektrizitätskonstante ϵ und teilweise mit Luft gefüllt sind. Die metallischen Kondensatorplatten sind Quadrate mit der Seitenlänge b . Randeffekte sollen nicht berücksichtigt werden.



Punkte:

a)

[3 Punkte]

b)

[3 Punkte]

c)

[4 Punkte]

Gesamt:

26 Punkte