

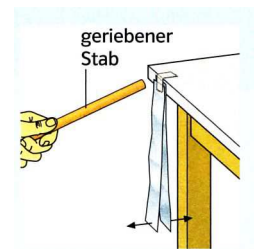
## Vorbereitungsaufgaben für die Klausur Grundkurs Physik 11-2

### Themen der Klausur

- Elektrische Ladung
- Elektrisches Feld
  - Fern-, Nahwirkungstheorie zur Erklärung von Kräften auf geladene Körper im elektrischen Feld
  - Feldlinienmodell
  - Physikalische Größe elektrische Feldstärke
- Millikan-Versuch zur Bestimmung der Elementarladung (Ziel, Aufbau, Durchführung, Ergebnis)
- Bewegung geladener Teilchen in einem elektrischen Feld
  - Parallel zu den Feldlinien (qualitativ und quantitativ)
  - Senkrecht zu den Feldlinien (nur qualitativ; Analogie zum waagerechten Wurf)
  - Elektronenstrahlröhre (Aufbau und Funktionsweise)

### Elektrische Ladung

1. Zwei dünne Streifen Aluminiumfolie werden übereinander mit Klebestreifen an eine Tischkante geklebt (s. Abb.). Nähert man ihnen am oberen Ende einen geriebenen Kunststoffstab, so gehen sie auseinander. Erklären Sie die Beobachtung.
2. Geladene Körper lassen sich durch intensive Berührung (Reibungselektrizität) und Influenz erzeugen. Erläutern Sie diese beiden Verfahren.



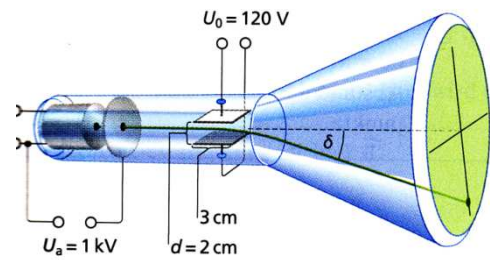
### Elektrisches Feld

3. Beschreiben Sie ein Verfahren mit dessen Hilfe ein elektrisches Feld nachgewiesen werden kann.
4. Veranschaulichen Sie mithilfe einer Skizze das elektrische Feld zwischen einer negativ geladenen Platte und einer positiv geladenen Spitze. Geben Sie an, ob es sich um ein homogenes / inhomogenes Feld handelt.
5. Zwischen zwei Kondensatorplatten mit  $d = 2,0 \text{ cm}$  Plattenabstand liegt eine Spannung von  $1,0 \text{ kV}$ . In das Feld wird eine Probeladung von  $Q = 10 \text{ nC}$  gebracht. Berechnen Sie die Feldstärke  $E$  und die Kraft  $F$  auf die Probeladung.
6. Ein Wattebausch der Masse  $0,01 \text{ g}$  trägt die Ladung  $0,05 \text{ nC}$ . Es befindet sich zwischen zwei parallelen, waagrecht gelagerten Kondensatorplatten, die einen Abstand von  $20 \text{ cm}$  voneinander haben. Berechnen Sie die Spannung die zwischen beiden Platten angelegt werden muss, damit der Wattebausch dazwischen in Ruhe schwebt.
7. Zwischen zwei horizontal angeordneten, entgegengesetzt geladenen Metallplatten schwebt ein Probekörper mit der Ladung  $Q = 5 \cdot 10^{-9} \text{ C}$  und der Masse  $m = 2 \text{ mg}$ . Berechnen Sie den Betrag der Feldstärke zwischen den Platten.

## Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Feld

In einer braunschen Röhre liegt zwischen Anode und Kathode die Beschleunigungsspannung  $U_a = 1 \text{ kV}$  an. Die Elektronen passieren ein Paar von waagerechten Ablenkplatten. Die Ausdehnung der Platten in Strahlrichtung beträgt  $3 \text{ cm}$ .

- Geben Sie die kinetische Energie und die Geschwindigkeit der Elektronen nach Durchlaufen der Beschleunigungsspannung an.
- Berechnen Sie die Zeit, die die Elektronen zum Passieren der Ablenkplatten benötigen.
- Beschreiben Sie die Bahnkurve der Elektronen beim Passieren der Ablenkplatten. Erläutern Sie wie diese Bahnkurve entsteht.



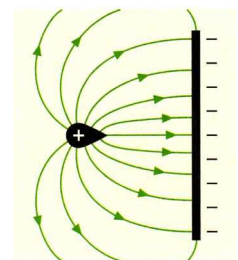
## Lösungen der Aufgaben

### Elektrische Ladung

- Es handelt sich um einen Modellversuch zum Elektroskop. Durch Influenz werden die frei beweglichen Elektronen im Aluminium vom oberen Ende nach unten gedrückt (der Kunststoffstab ist immer negativ geladen). Dadurch sind beide untere Enden negativ geladen und stoßen sich somit gegenseitig ab.
- Reibungselektrizität: Beim intensiven Reiben gehen Elektronen von einem Körper auf den anderen über. Nach dem Trennen der beiden Körper liegt auf dem einen Körper ein Elektronenmangel vor (positive Ladung), während auf dem anderen Körper ein Elektronenüberschuss vorliegt (negative Ladung).  
Influenz: Ladungsverschiebung auf der Oberfläche leitender Körper, durch einen in der Nähe befindlichen geladenen Körper.

### Elektrisches Feld

- indirekter Nachweis durch Kraftwirkung auf einen Probekörper (z.B. Wattebausch oder Grieskörnchen in Rizinusöl)
- inhomogenes Feld, da die Feldlinien nicht parallel verlaufen (s. Abbildung)
- $E = U/d = 50000 \text{ V/m}$ ;  $F = Q * E = 0,5 * 10^{-3} \text{ N}$
- Im Schwebefall gilt  $m * g = Q * (U/d)$ .  
Daraus folgt  $U = (m * g * d) / Q = 392,4 \text{ kV}$
- Es gilt  $m * g = Q * E \rightarrow E = (m * g) / Q = 3,92 * 10^3 \text{ N/C}$



**Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Feld**

**17 a** Ihre kinetische Energie  $W$  erhalten die Elektronen durch die Beschleunigungsspannung  $U$ :

$$W = e \cdot U = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1000 \text{ V} = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ J.}$$

Aus der kinetischen Energie lässt sich direkt auf die Geschwindigkeit der Teilchen schließen:

$$W = \frac{1}{2} m_e v^2$$
$$v = \sqrt{\frac{2W}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-16} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 1,87 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Die Teilchen bewegen sich also mit etwas mehr als 6% der Lichtgeschwindigkeit.

**17 b** Um die  $b = 3 \text{ cm}$  breiten Ablenkplatten zu durchqueren, benötigen die Elektronen die Zeit:

$$t = \frac{b}{v} = \frac{0,03}{1,88 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,6 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 1,6 \text{ ns.}$$

- c) Es entsteht ein Parabelbogen durch die Überlagerung einer geradlinig gleichförmigen Bewegung mit  $v_0$  in Richtung der ursprünglichen Bewegung der Elektronen und einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung (homogenes Feld!) in Richtung der positiven Ablenkplatte. Diese Bewegung ist vergleichbar mit einem waagerechten Wurf in der Mechanik.