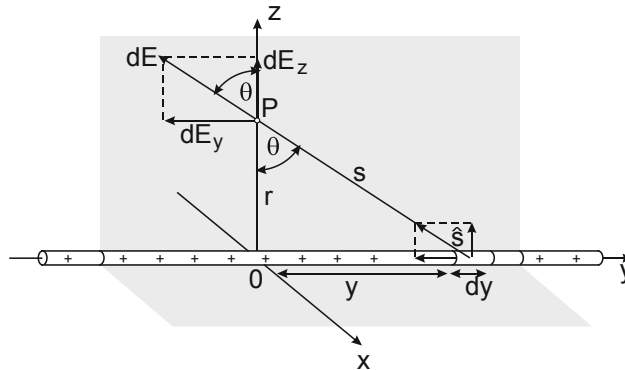


1. **Driftgeschwindigkeit:** auf ein **anfangs ruhendes** Teilchen der **Ladung  $q$**  wirke eine **konstante elektrostatische Kraft  $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$** . Unter Einwirkung dieser Kraft beginnt sich das Teilchen zu bewegen, bis es **nach einer Zeit  $\tau$  vollständig abgebremst** wird. Dieser Vorgang wiederholt sich **periodisch**. Berechnen Sie die **mittlere Driftgeschwindigkeit** des Teilchens,  $\bar{v}$ . (*Lösung:*  $\bar{v} = \frac{q\tau}{2m} \cdot E$ )
  
2. Die **elektrostatische Kraft** auf ein geladenes Teilchen der **Ladung  $q$**  ist gegeben durch  $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ ,  $\vec{E}$  ist die elektrische Feldstärke. Für  $\vec{E} = E \cdot \vec{e}_x$  bestimme man die **Bahnkurve** eines Teilchens der Ladung  $q$  mit
  - a) Anfangsgeschwindigkeit  $v_x = v_y = 0$
  - b) Anfangsgeschwindigkeit  $v_x = v_{0x}$ ,  $v_y = 0$
  - c) Anfangsgeschwindigkeit  $v_x = v_{0x}$ ,  $v_y = v_{0y}$
  - d) Berechnen und zeichnen Sie die Bahnkurve für  $q = -1 \text{ C}$ ,  $E = 1 \text{ V m}^{-1}$ ,  $m = 1 \text{ kg}$ ,  $v_x = 1 \text{ m s}^{-1}$ ,  $v_y = 1 \text{ m s}^{-1}$  (*Lösung:*  $x(t) = -\frac{1}{2} \cdot t^2 + t$ ,  $y(t) = t$ )
  
3. **Ladung und Masse:** Ein **Elektron**,  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ , und ein **Proton**,  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ , sollen in einem homogenen elektrostatischen Kraftfeld in positive  $x$ -Richtung beschleunigt werden. Die Ladung der beiden Teilchen beträgt  $+e$  für das **Proton** und  $-e$  für das **Elektron**, mit  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .
  - a) Skizzieren Sie, in welche Richtung die **elektrostatische Kraft  $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$**  sowie die Feldstärke  $\vec{E}$  zeigen müssen, um die beiden Teilchen in **positive  $x$ -Richtung** zu beschleunigen.
  - b) Beide Teilchen mögen anfangs **ruhen** und werden auf einer **Strecke von  $d = 3 \text{ m}$**  in einem Feld der Stärke  $\mathbf{E} = 120 \text{ V m}^{-1}$  **beschleunigt**. Berechnen Sie die Endgeschwindigkeit beider Teilchen. (*Lösung:* Proton:  $2,63 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}$ , Elektron:  $1,12 \cdot 10^7 \text{ m s}^{-1}$ )
  - c) Ein **Proton** mit einer kinetischen Energie von  $\mathbf{E}_{\text{kv}} = 1 \text{ keV}$  soll auf einer **Strecke von  $d = 10 \text{ cm}$  vollständig abgebremst** werden. Berechnen Sie die dazu benötigte **Feldstärke  $\mathbf{E}$**  und die zur **Abbremsung benötigte Zeit  $t$** . (*Lösung:*  $10 \text{ kV m}^{-1}$ ,  $4,57 \cdot 10^{-7} \text{ s}$ )

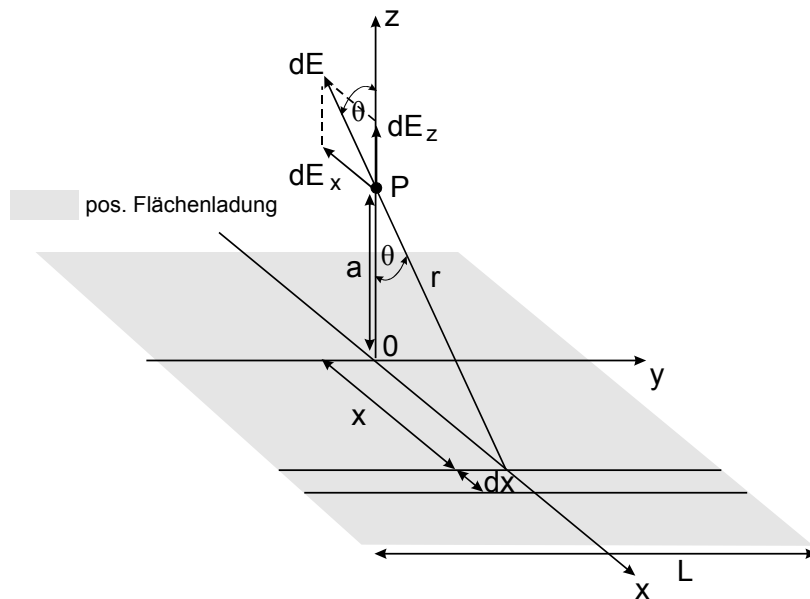
*Hinweis:*  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ; alle Rechnungen können klassisch durchgeführt werden.
  
4. Gegeben seien zwei Punktladungen an folgenden Orten:  $\mathbf{Q}_1 = -4 \text{ C}$  in  $(\mathbf{x}_1, \mathbf{y}_1) = (-2, 0) \text{ m}$  und  $\mathbf{Q}_2 = 1 \text{ C}$  in  $(\mathbf{x}_2, \mathbf{y}_2) = (2, 0) \text{ m}$ .
  - a) Man berechne die einzelnen **Komponenten**, sowie **Betrag** und **Richtung** des **elektrischen Feldes** im Punkt  $(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = (0, 3) \text{ m}$ . (*Lösung:*  $\vec{E} = -\frac{k}{13\sqrt{13}} \begin{pmatrix} 10 \\ 9 \end{pmatrix} \text{ V m}^{-1}$ )
  - b) In welchem Punkt ist das elektrische Feld null? Gibt es mehrere derartige Punkte? (*Lösung:*  $\vec{E}(6, 0) = \vec{0}$ )

5. Ein unendlich langer und dünner Draht trägt die **Linienladungsdichte**  $\lambda$  (siehe Abbildung).



Man berechne die **elektrische Feldstärke** im Punkt  $P$ , also  $\vec{E}(0, 0, r)$ , und zwar

- durch Summation über alle Längenelemente des Drahtes und
  - durch Anwendung des Gaußschen Satzes der Elektrostatik. (Lösung:  $E_z = \lambda/(2\pi\epsilon_0 r)$ )
6. Die Gesamtladung  $Q$  ist auf einer dünnen, unendlich ausgedehnten Platte gleichmäßig mit der konstanten elektrischen **Flächenladungsdichte**  $\sigma$  verteilt (siehe Abbildung).



Man berechne die **elektrische Feldstärke** im Punkt  $P$

- durch Summation über alle Streifenelemente der Platte (*Hinweis: der Feldverlauf eines unendlich langen, dünnen Drahtes kann als bekannt vorausgesetzt werden.*)
- durch Anwendung des Gaußschen Satzes der Elektrostatik. (Lösung:  $E_P = \sigma/(2\epsilon_0)$ )