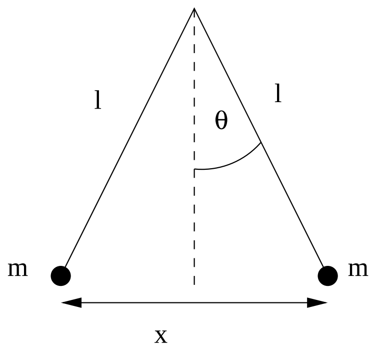
Theoretische Physik II für das Lehramt L3, SS2003, Prof. H.J. Lüdde

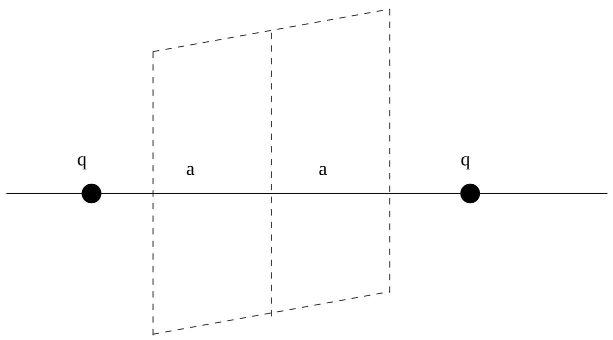
Aufgaben - Kapitel I.1 Elektrostatik - Ladungen in materiefreiem Raum

1. Zwei gleiche Punktladungen (Ladung q, Masse m) hängen an Fäden der Länge l.



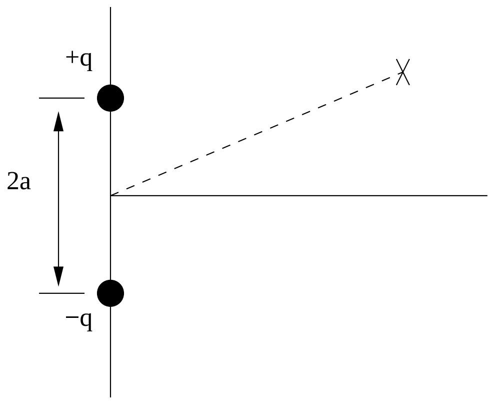
   Berechnen Sie den Abstand x, der sich unter dem Einfluss von Gravitation und elektrischer Abstoßung einstellt (unter der Annahme kleiner Winkel θ, also $\tan\theta \approx \sin\theta$).
   Wie groß muss q sein, damit $x = 5\ cm$ für $l = 120\ cm$ und $m = 10\ g$ ist?

2. Zwei positive Ladungen q haben den Abstand $2a$. Eine Testladung wird in die Trennebene zwischen die beiden Ladungen gebracht.

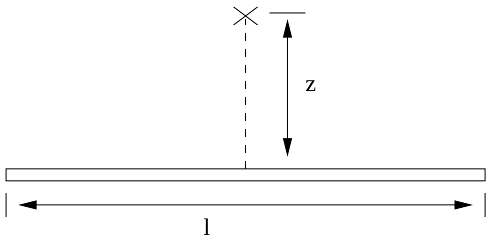


   Berechne die Kurve in dieser Ebene, für die die Kraft auf die Testladung ein Maximum hat. In welcher Richtung zeigt der Kraftvektor, wenn die Testladung positiv ist?

3. Berechne das Feld (E_x, E_y) eines Dipols (Dipolmoment $p = 2aq$) für einen beliebigen Punkt in der x-y-Ebene unter der Annahme $x^2 + y^2 \gg a^2$.

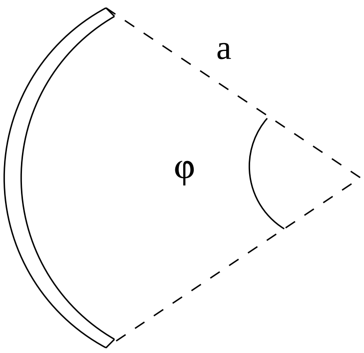


4. Ein dünner nichtleitender Stab der Länge l trägt eine uniforme Ladungsverteilung ($q = \rho_0 l$).



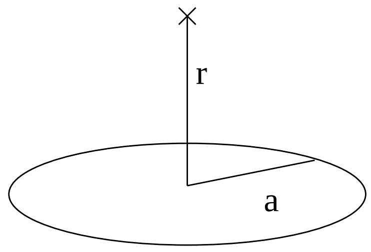
   Berechne das elektrische Feld in dem angegebenen Punkt (Abstand z von der Mitte des Stabes).

5. Der Stab aus Aufgabe 4 bildet einen Kreisbogen mit dem Radius a und dem Winkel φ.



   Berechne das elektrische Feld in dem Kreismittelpunkt als Funktion von a, q und φ.

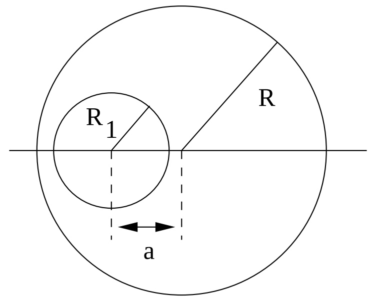
6. Eine dünne Kreisscheibe (Radius a) ist uniform geladen. Die Ladungsdichte ist $\sigma = \frac{q}{\pi a^2}$.



Berechne das elektrische Feld auf der Achse der Scheibe für den Abstand r.

7. Berechne das Feld einer Kugel (Radius R) mit den Ladungsverteilungen
   a) $\rho(r) = A \cdot r$
   b) $\rho(r) = \frac{A}{r}$.

8. Aus einer kugelsymmetrischen homogenen Raumladungsverteilung vom Radius R wird eine kleinere Kugel vom Radius R_1 herausgeschnitten.



Der Abstand der Zentren beider Kugeln ist a. Berechne das Feld im Hohlraum.

9. Berechne die Kapazität eines Zylinderkondensators der Länge l und der Radien $r_1 < r_2$. Die Kapazität ist definiert durch

$$C = \frac{Q}{U} \ ,$$

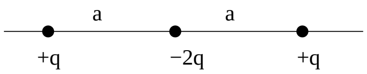
worin Q die Gesamtladung des Kondensators und U die Spannung (Potentialdifferenz!) zwischen den Kondensatorflächen bedeuten.

10. Die Ladung des Elektrons ist im Wasserstoffatom (Grundzustand) mit der Dichte

$$\rho(r) = -\frac{e_0}{\pi a^3}\, e^{-\frac{2r}{a}}$$

verteilt, wobei $a = 0.529 \times 10^{-8} cm$ den Bohrschen Radius und $e_0 = 4.8 \times 10^{-10}\ esE$ die Elementarladung bedeuten. Bestimmen Sie die elektrische Feldstärke der Elektronenladung und die elektrische Gesamtfeldstärke im Atom unter der Annahme, dass die Protonenladung im Koordinatenursprung konzentriert ist.

11. Berechne das Potential eines "langgestreckten Quadrupols" für große Abstände $r \gg a$.



12. Welche Ladungsverteilung erzeugt ein Potential, das in Kugelkoordinaten die Form

$$\phi(r) = q\frac{e^{-\alpha r}}{r}$$

hat, wobei α und q Konstanten sind?