

8. Übung zur Physik II (SS 2014)

Ausgabedatum: 27.05.2014

Prof. Kohl/Prof. Rohlfing

Abgabedatum: 03.06.2014

10:30 Uhr, Briefkasten neben IG 1-85

Aufgabe 33: Vergleich von Coulombkraft und Gravitationskraft (mündlich, 3 Punkte)

- a) Mit welcher Kraft ziehen sich ein Proton und ein Elektron elektrostatisch an, wenn der Abstand zwischen ihnen $r \simeq 0,53 \text{ \AA} = 5,3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ beträgt? Die Ladung des Protons beträgt $e_0 = 1,609 \cdot 10^{-19} \text{ As}$, die des Elektrons $-e_0$. Wie groß ist das elektrostatische Potential des Protons in diesem Abstand?
- b) Wie groß ist das Verhältnis der zwischen Proton und Elektron wirkenden Gravitationskraft zur elektrostatischen Kraft?
- (Masse des Protons: $m_P = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; Masse des Elektrons: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$)

Aufgabe 34: Anwendungen der Delta-Distributionsfunktion (schriftlich, 4 Punkte)

Berechnen Sie die folgenden Integrale:

a) $\int_{-1}^4 (x^3 + 2x - 2) \delta(x - 2) dx$, b) $\int_{-\infty}^{\infty} (x^2 + 3) \delta(-4x) dx$,

c) $\int_2^{10} x^2 \delta(x^2 - 6x + 5) dx$, d) $\int_{\mathbb{R}^3} (3r^2 - \vec{r} \cdot \vec{r}_0) \delta\left(\frac{1}{2}(\vec{r} - \vec{r}_0)\right) d^3 r$.

Aufgabe 35: Elektrisches Feld einer Kugelschale (mündlich, 7 Punkte)

Das elektrostatische Potential $\varphi(\vec{r})$ einer Ladungsverteilung $\rho(\vec{r}')$ ist durch das Integral

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_{\mathbb{R}^3} \frac{\rho(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d^3 r'$$

gegeben. Berechnen Sie $\varphi(\vec{r})$ und das zugehörige elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r})$ für eine homogen geladene Kugelschale mit Innenradius R_1 und Aussenradius R_2 , d. h.

$$\rho(\vec{r}) = \begin{cases} 0 & \text{für } r < R_1 \\ \rho_0 & \text{für } R_1 \leq r \leq R_2 \\ 0 & \text{für } r > R_2 \end{cases}$$

Hinweis: $|\vec{r} - \vec{r}'| = \sqrt{r^2 + r'^2 - 2rr' \cos \vartheta'}$.

Drücken Sie Ihre Ergebnisse mit Hilfe der Gesamtladung Q der Kugel aus.

Aufgabe 36: Elektrisches Feld einer inhomogenen, radial-symmetrischen Ladungsverteilung

(schriftlich, 6 Punkte)

Gegeben sei eine homogen geladene Kugel mit Radius R , die von einer positiven, schnell abfallenden, radialsymmetrischen Ladungsdichte

$$\rho(\vec{r}) = \frac{QR}{4\pi} \frac{1}{r^4} \quad \text{für} \quad r > R$$

umgeben ist. Die Kugel trage die Ladung $-Q$.

- a) Berechnen Sie mit Hilfe des Gauß'schen Satzes das elektrische Feld im gesamten Raumbereich.
- b) Bestimmen Sie das zugehörige Potential $\varphi(\vec{r})$ mit $\varphi(\infty) = 0$.