

מרצה: רון ליפשיץ מתרגל: נועם רימוק

תרגיל בית 5

שאלה 1 – כוח אלקטרוסטטי בין גופים לא טעונים

- א. השתמשו בביטוי עבור שדה חשמלי של דיפול כדי לחשב את האנרגיה הפוטנציאלית של זוג דיפולים \mathbf{p}_1 ו- \mathbf{p}_2 בקואור' \mathbf{r}_1 ו- \mathbf{r}_2 , כתלות בוקטור $\mathbf{R} = \mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2$.
- ב. מצאו את האנרגיה בכל אחד מהמצבים הבאים:
- הדיפולים מקבילים זה לזה ול- \mathbf{R} .
 - הדיפולים מקבילים זה לזה וניצבים ל- \mathbf{R} .
 - הדיפולים אנטי מקבילים זה לזה ומקבילים ל- \mathbf{R} .
 - הדיפולים אנטי מקבילים זה לזה וניצבים ל- \mathbf{R} .
 - הדיפולים ניצבים זה לזה ול- \mathbf{R} .
- ג. מהו הכוח שדיפול אחד מפעיל על השני?

שאלה 2 – מומנט מגנטי של קליפה כדורית מסתובבת

- א. נתונה קליפה כדורית ברדיוס R שמרכזו בראשית עם צפיפות מטען משטחית אחידה σ . הקליפה מסתובבת סביב ציר z במהירות זוויתית ω . מצאו את $\mathbf{A}(\mathbf{r})$ ו- $\mathbf{B}(\mathbf{r})$ בכל המרחב.
- ב. מצאו את מומנט הדיפול המגנטי של הקליפה. כתבו את $\mathbf{A}_{\text{dip}}(\mathbf{r})$ ו- $\mathbf{B}_{\text{dip}}(\mathbf{r})$ בכל המרחב, והראו שעבור $r > R$ הם זהים לפתרון המדויק שנמצא בסעיף א.
- ג. היעזרו בסעיף הקודם כדי להוכיח שעבור התפלגות מטען בעלת סימטריה כדורית, שמסתובבת סביב ציר z במהירות זוויתית ω , כל המולטיפולים המגנטיים מתאפסים, פרט לדיפול.

שאלה 3 – הקשר בין רכיבים כדוריים וקרטזיים של מולטיפולים

- בטאו את המולטיפולים הכדוריים החיצוניים M_{lm} עבור $l = 0, 1, 2$, באמצעות רכיבי המונופול Q , הדיפול p_i והקוואדרופול Q_{ij} הקרטזיים.

שאלה 4 – פוטנציאל חשמלי של התפלגות מטען כדורית

- מצאו את הפוטנציאל החשמלי בכל המרחב במקרים הבאים (בשני המקרים שרטטו את $\varphi(r)$ ואת $(E_r(r))$):
- קליפה כדורית ברדיוס R וצפיפות מטען משטחית אחידה σ .
 - התפלגות גאוסיאנית $\rho(r) = \rho_0 e^{-\alpha r^2}$, כאשר $\alpha > 0$. בסעיף זה ניתן להשתמש בהגדרת הפונקציה $\text{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-s^2} ds$.

שאלה 5 – מולטיפולים אדימותיים

- א. השתמשו במומנטי המולטיפול האדימותיים כדי למצוא את הפוטנציאל החשמלי $\varphi(\mathbf{r})$ (בכל המרחב) של קליפה כדורית ברדיוס R עם צפיפות מטען משטחית $\sigma(\theta) = \sigma_0 \cos(\theta)$.
- ב. שימו לב אילו מולטיפולים שונים מאפס והיעזרו בכך כדי למצוא את השדה החשמלי $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ בכל המרחב.