

## תיקון לדף תרגול 9

19 במאי 2013

בדף התרגול נפלה טעות, שהתבטאה בבלבול די רציני שלי במהלך התרגול של יום א' בשעה 14:00. משוואה (11) אינה נכונה, וגם אינה נדרשת. לשם הבהרה נרשום מחדש את הפיתוח.

**שאלה:** חשבו את השדה מכדור ברדיוס  $a$  עם מגנטיזציה קבועה  $\mathbf{M} = M_0 \hat{z}$ .

**פתרון:** נפתור ישירות באמצעות הביטוי (2) מהתרגול. המגנטיזציה קבועה ולכן ואין זרמים חפשיים במערכת. לכן  $J_f = J_M = 0$ :

$$\begin{aligned} \mathbf{A}(\mathbf{r}) &= \int d^3r' \frac{\mathbf{J}_f(\mathbf{r}') + \mathbf{J}_M(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} + \oint dS' \frac{\mathbf{M}(\mathbf{r}') \times \hat{n}(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} \\ &= 0 + \oint dS' \frac{\mathbf{M}(\mathbf{r}') \times \hat{n}(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} \end{aligned} \quad (1)$$

את הגודל במונה נחשב ישירות:

$$\begin{aligned} \mathbf{M}(\mathbf{r}') \times \hat{n}(\mathbf{r}') &= M_0 \hat{z} \times \hat{r} = M_0 \sin \theta \hat{\phi} \\ &= M_0 \sin \theta (-\sin \phi \hat{x} + \cos \phi \hat{y}) \end{aligned} \quad (2)$$

עתה, בדיוק כמו בבעיה של הקליפה הטעונה משבוע 8, נוכל לבחור  $\phi = 0$  ולאפס את התרומה בכיוון  $\hat{x}$ . האינטגרל שנשאר הוא:

$$\begin{aligned} A_\phi &= A_y = \oint dS' \frac{M_0 \sin \theta \cos \phi}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} \\ &= M_0 a^2 \oint d\Omega' \frac{\sin \theta \cos \phi}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} \\ &= M_0 a^2 \frac{4\pi}{3} \frac{r_{<}}{r_{>}^2} \sin \theta \end{aligned}$$

כאשר האינטגרל האחרון כבר בוצע באמצעות פיתוח לפונקציות הכדור בתרגול 8. אם נחשב את השדה המגנטי נקבל, עבור  $r < a$ :

$$\begin{aligned} \mathbf{B} &= \nabla \times \mathbf{A} = \frac{8\pi}{3} M_0 (\hat{r} \cos \theta - \hat{\theta} \sin \theta) \\ &= \frac{2}{3} 4\pi M_0 \hat{z} = \frac{2}{3} 4\pi \mathbf{M} \end{aligned}$$

ולכן

$$\mathbf{H} = -\frac{1}{3}\mathbf{M}$$

אני שוב מתנצל בפני כל מי שבלבלתי אותו במהלך התרגול.

אברהם