

# שדות אלקטרומגנטיים

פרק 12 - משוואות מקסוואל

תוכן העניינים

1. המשוואות והמעברים ..... 1

## המשוואות והמעברים:

רקע:

משוואות מקסוול:

| הערות                                                                    | הצורה האינטגרלית                                                                                                              | הצורה הדיפרנציאלית                                                                   |   |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---|
| חוק גאוס                                                                 | $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{1}{\epsilon_0} \int \rho \, dV$                                                         | $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho$                             | 1 |
| השטף<br>המגנטי על<br>משטח<br>סגור תמיד<br>= מתאפס =<br>אין מטען<br>מגנטי | $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$                                                                                            | $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$                                                     | 2 |
| מהמשוואה<br>ניתן לקבל<br>את חוק<br>פארדי $\epsilon = -\dot{\phi}_B$      | $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int \frac{d\vec{B}}{dt} \cdot d\vec{s}$                                                    | $\vec{\nabla} \times \vec{E} = - \frac{d\vec{B}}{dt}$                                | 3 |
| חוק אמפר<br>והתיקון<br>של מקסוול<br>(שנקרא גם<br>זרם<br>העתקה)           | $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int \vec{J} \cdot d\vec{s} + \mu_0 \int \epsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt} \cdot d\vec{s}$ | $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt}$ | 4 |

## שאלות:

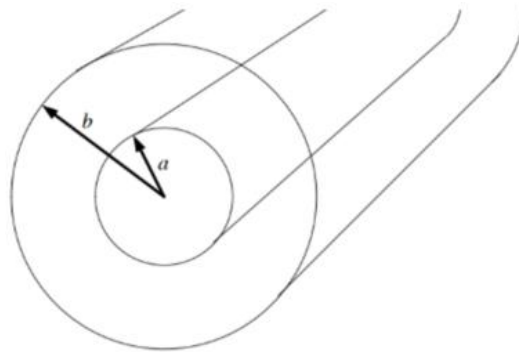
- (1) שדה מגנטי רדיאלי והיקפי מתאפסים  
באזור מסוים במרחב נתון כי ישנו שדה מגנטי בכיוון ציר  $z$  בעל סימטריה גלילית.  
כמו כן נתון כי אין זרמים באזור זה. הראו כי  $B_\theta$  ו-  $B_r$  מתאפסים.

- (2) גלים בכבל קו אקסיאלי  
כבל קו-אקסיאלי עשוי משתי קליפות גליליות מוליכות וארוכות מאוד בעלות רדיוסים  $a, b$ . ציר הסימטריה של הכבל הוא ציר  $z$  ובין הקליפות אין חומר. השדה החשמלי בין הקליפות נתון לפי הפונקציה:

$$\vec{E} = \begin{cases} \frac{E_0}{r} \cos\left(\omega t - \omega \frac{z}{c}\right) \hat{r} & a < r < b \\ 0 & \text{אחרת} \end{cases}$$

ידוע שאין זרמי DC.

- א. מצאו את השדה המגנטי.  
ב. מצאו את צפיפות הזרם המשטחית על הקליפות.  
ג. מצאו את צפיפות המטען המשטחית על הקליפות.  
ד. הראו כי משוואת הרציפות מתקיימת.



## תשובות סופיות:

- (1) הוכחה בסרטון.

$$\vec{B} = \begin{cases} \frac{E_0}{cr} \cos\left(\omega t - \frac{\omega}{c} z\right) \hat{\theta} & a < r < b \\ 0 & \text{אחרת} \end{cases} \quad \text{א. (2)}$$

$$\text{ב. } \vec{k}_{(a)} = -\frac{E_0}{ca} \cos\left(\omega t - \frac{\omega}{c} z\right) \hat{z}, \vec{k}_{(b)} = -\frac{E_0}{cb} \cos\left(\omega t - \frac{\omega}{c} z\right) \hat{z}$$

$$\text{ג. } \sigma_{(a)} = \frac{\epsilon_0 E_0}{a} \cos\left(\omega t - \omega \frac{z}{c}\right), \sigma_{(b)} = -\frac{\epsilon_0 E_0}{b} \cos\left(\omega t - \omega \frac{z}{c}\right)$$

- ד. הוכחה בסרטון.