

חשמל ומגנטיות לתלמידי הנדסה

פרק 26 - 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 המגנטי על משטח סגור תמיד = מתאפס = אין מטען מגנטי	$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$	$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$	2
מהמשוואה ניתן לקבל את חוק 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 והתיקון של מקסוול (שנקרא גם זרם העתקה)	$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int \vec{J} \cdot d\vec{s} + \mu_0 \int \epsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt} d\vec{s}$	$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt}$	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_r ו- B_θ מתאפסים.

(2) מסגרת נעה בשדה מגנטי

שדה מגנטי בתחום המרחבי: $x > 0$ נתון בביטוי:

$$\vec{B}(x, y, z) = 4A\mu_0 \frac{z\hat{x} - (x+2l)\hat{z}}{(x+2l)^2 + z^2}$$

כאשר A קבוע נתון. מסילה ריבועית שאורך הצלע שלה l מונחת במישור: $z = 0$. ב- $t = 0$ מרכז המסילה נמצא בנקודה $(2l, 0, 0)$. ההתנגדות החשמלית של המסילה היא R . מושכים את המסילה במהירות קבועה v בכיוון החיובי של ציר ה- x .

א. חשבו את צפיפות הזרם במרחב בתחום: $x > 0$.

ב. חשבו באופן מפורש את $\nabla \cdot \vec{B}$, האם התוצאה שקיבלתם הגיונית?

ג. מהו גול וכיוון הזרם במסילה כפונקציה של הזמן?

תשובות סופיות:

(1) הוכחה בסרטון.

(2) א. 0, ב. כן, דיב B שווה אפס לפי המשוואה השנייה של מקסוול

ג. עם השעון,
$$\frac{4l^2 A\mu_0 V}{\left(Vt + \frac{9}{2}l\right)\left(Vt + \frac{7}{2}l\right)R}$$