(25 درجة) ا- - عند تطبيق حقل كهربائي على مادة معينة فإن شعاع الاستقطاب على المعادلة:

في حالة المواد القطبية نطبق المعادلة:

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$$

حيث $\vec{P}$ شعاع الاستقطاب.

في حالة المواد اللاقطبية نستخدم:

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E}$$

حقل تيار الانزياح

$$\vec{P} = x_e \varepsilon_0 \vec{E}$$

حيث x_e هو عنصر موجب يتعلق بطبيعة العازل والعوامل الفيزيائية ودرجة الحرارة ونسميه "الطواعية الكهربائية"

$$\vec{D} = \varepsilon \vec{E} + x_e \varepsilon_0 \vec{E} = \varepsilon_0 \vec{E}(1 + x_e)$$

$$\vec{D} = \varepsilon \vec{E}$$

حيث:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 (1 + x_e)$$

ويمكن إيجاد سماحية (نفوذية)الخلاء من العلاقة:

$$\varepsilon_0 = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_r}$$

حيث:

ε_r النفوذية الكهربائية.

ملاحظة (2):

عند تطبيق حقل مغناطيسي على مادة يجب إضافة:

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$$

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \vec{M}$$

Scanned with CamScanner

ث:

$$\mu_0 \vec{M} = \mu_0 x_m \vec{H}$$

x_m الطواعية المغناطيسية

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 x_m \vec{H}$$

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H}(1 + x_m) = \mu \vec{H}$$

$$\mu = \mu_0 (1 + x_m)$$

حيث:

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

السماحية المغناطيسية

2-الطاقة الكهرطيسية(نظرية بوينتنغ):

لنأخذ معادلات مكسويل:

$$\nabla \times \vec{H} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \vec{j}$$

$$\vec{E}(\nabla \times \vec{H}) = \vec{E}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \vec{E}\vec{J}$$

$$\nabla(\vec{E} \times \vec{H}) = \vec{E}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \vec{E}\vec{J}$$

لكن لدينا:

$$\nabla(\vec{A} \times \vec{B}) = \vec{B}(\nabla \times \vec{A}) - \vec{A}(\nabla \times \vec{B})$$

نطبق هذه العلاقة على الطرف الأيسر فتصبح المعادلة بالشكل:

$$\vec{H}(\nabla \times \vec{E}) - \nabla(\vec{E} \times \vec{H}) = \vec{E}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \vec{E}\vec{J}$$

لكن:

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\vec{H}\left(-\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}\right) - \nabla(\vec{E} \times \vec{H}) = \vec{E}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \vec{E}\vec{J}$$

ولدينا:

Scanned with CamScanner

(3)

$$\vec{D} = \varepsilon \vec{E}$$

$$\vec{B} = \mu \vec{H}$$

$$\vec{H}\left(-\frac{\partial \mu \vec{H}}{\partial t}\right) - \nabla(\vec{E} \times \vec{H}) = \vec{E}\frac{\partial \varepsilon \vec{E}}{\partial t} + \vec{E}\vec{j}$$

$$-\nabla(\vec{E} \times \vec{H}) - \left[\mu \vec{H}\frac{\partial \vec{H}}{\partial t} + \varepsilon \vec{E}\frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right] = \vec{E}\vec{j}$$

نلاحظ أن:

$$\mu \vec{H}\frac{\partial \vec{H}}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{2}\mu H^2\right)$$

$$\varepsilon \vec{E}\frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{2}\varepsilon E^2\right)$$

بالتعويض نجد:

$$-\nabla(\vec{E} \times \vec{H}) - \frac{\partial}{\partial t}\left[\frac{1}{2}\mu H^2 + \frac{1}{2}\varepsilon E^2\right] = \vec{E}\vec{j}$$

يمثل المقدار:

كثافة الطاقة المغناطيسية:

$$W_m = \frac{1}{2}\mu H^2$$

كثافة الطاقة الكهربائية:

$$W_e = \frac{1}{2}\varepsilon E^2$$

إذاً الطاقة الكهرطيسية :

$$W_{elm} = W_e + W_m$$

$$W_{elm} = \frac{1}{2}\varepsilon E^2 + \frac{1}{2}\mu H^2$$

يمثل الحد:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left[\frac{1}{2}\mu H^2 + \frac{1}{2}\varepsilon E^2\right]$$

سرعة تغير طاقة الحقل الكهرطيسيأوزيادة كثافة الطاقة الكهربائية والمغناطيسية في واحدةالحجم بواحدة الزمن.

Scanned with CamScanner

(4)

ف الايمن من العلاقة يمكن أن يكتب بالشكل:

$$\vec{J}\vec{E} = \gamma E^2$$

يمثل الطاقة الحرارية المتبددة في واحدة الزمن.

المقدار $(\vec{E} \times \vec{H})$ يسمى شعاعبوينتنغ$\vec{S}$وهو شعاع كثافة تيار الطاقة واحدةW/m^2

وهو يمثل معدل تدفق الطاقةالكرطيسية من والى السطحالذي يحوي هذا الحجم

وهذا يعني جهة الانتشارلأن الطاقة تنتقل مع جهة انتشار الموجة.

إنشعاعبوينتنغ$\vec{S}$

$\vec{S} \perp \vec{E}$ و$\vec{S} \perp \vec{B}$بالتالي تكتب المعادلة بالشكل:

$$\frac{\partial}{\partial t} W_{elm} + \nabla\vec{S} + \vec{J}\vec{E} = 0$$

$$W'_{elm} + \nabla\vec{S} + \vec{J}\vec{E} = 0$$

إذا كان المقدار:

$$\vec{J}\vec{E} = 0$$

يكون:

$$W'_{elm} + \nabla\vec{S} = 0$$

تسمى هذه المعادلة بمعادلة انحفاظ طاقة الحقل الكهرطيسي

3- (2 + 2 + 2)

إن قيمة كل من الحقل الكهربائي والمغناطيسي قد لا تسمح لنا بتحديد قيمة وحيدة لكل من الكمون الشعاعي والسلمي لذلك ندخل مفهوم الكمون العياري بحيث يكون:

$$\overrightarrow{A'} = \vec{A} + \nabla f$$

حيث:

(f) تابع يتعلق بالإحداثيات والزمان

$(\overrightarrow{A'})$ يصف حالة الحقل الكهربائي والمغناطيسي كما يصفها$\vec{A}$

لإثبات ذلك نجد أنه إذا كان:

$$\text{rot}\ \vec{A'} = \vec{B}$$

Scanned with CamScanner

$$\text{rot}\,(\vec{A}+\nabla f)=\vec{B}$$

$$\text{rot}\,\vec{A}+\text{rot}\,(\nabla f)=\vec{B}$$

$$\text{rot}\,(\nabla f)=0$$

$$\text{rot}\,(\vec{A})=\vec{B}$$

ويكون الكمون السلمي أيضاً بالشكل:

$$\phi'=\phi-\frac{\partial}{\partial t}f$$

(f)

(f)تابع يتعلق بالإحداثيات والزمن

(ϕ')تصف الحقل الكهربائي والمغناطيسيكما ϕ

ولإثبات ذلك نجد:

$$\vec{E}=-\frac{\partial A'}{\partial t}-\nabla\phi'$$

$$\vec{E}=-\frac{\partial}{\partial t}(A+\nabla f)-\nabla\left(\phi-\frac{\partial}{\partial t}f\right)$$

$$=-\frac{\partial}{\partial t}\vec{A}-\frac{\partial}{\partial t}\nabla f-\nabla\phi+\frac{\partial}{\partial t}\nabla f$$

$$\vec{E}=-\frac{\partial}{\partial t}\vec{A}-\nabla\phi$$

1. العوازل المثالية

قيمة الناقلية $\sigma=0$

فمعامل الانتشار $\gamma=\sqrt{i\omega\mu(\sigma+i\omega\varepsilon)}$

$$\gamma=\sqrt{i\omega\mu(i\omega\varepsilon)}$$

$$=\sqrt{i^2\omega^2\mu\varepsilon}=i\omega\sqrt{\mu\varepsilon}$$

ليكن γعدد عقدي أي $\gamma=\alpha+i\beta$

αثابت التخامد و β ثابت الطور

فيكون $\alpha=0$ و $\beta=\omega\sqrt{\mu\varepsilon}$

أي لا يوجد تخامد في الأوساط العازلة

-لإيجاد علاقة سرعة انتشار الموجة :

$$v_p=\frac{\omega}{\beta}=\frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$$

Scanned with CamScanner

6

2 ـوطول الموجة

$$-4\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{2\pi}{\omega\sqrt{\mu\varepsilon}} = \frac{2\pi}{2\pi\upsilon\sqrt{\mu\varepsilon}} = \frac{1}{\upsilon\sqrt{\mu\varepsilon}}$$ 2

Scanned with CamScanner