Ministère de l'enseignement supérieur et de larecherche scientifique

Université l'Arbi Ben M'Hidi Oum El Bouaghi

Faculté des Sciences Exactes et S.Nature et de Vie

Année Universitair

2022-2023

Département Science de aMatière

Niveau: 3 ème Année Section: 1 groupe: 1

Spécialité: PHYSIQUE-FOND

Module: Electromagnétisme II

PV de Notes des Examens 5 ème Semestre

Num	N° Inscription	Nom & Prénom	Examen	TD	TP	Observations
1	04092068273	BOUHALFAYA Ikram				
2	1834005070	BOUSSAFEUR AYA				
3	04092068350	KHELIFI Ilyes Younes Islam	07,00	11.00		
4	04091968201	KHOUALDI Chaima	05,50	12.00		
5	04092068411	ZAOUI Isra-Ghofrane	06,50	08.00		
6	04092068425	SAOU Fatiha	07,50	13.50		
7	04092068336	SAHBI Aya	11,00	15.00		
8	04092068348	ATHMANI Ikram	08,00	13.25		
9	04092068247	AGGOUN Chaima	07,50	12.00		
10	04092068309	FORTAS Imane	07,00	11.50		
11	04092068438	GUESMIA Ismahane	06,50	13.00		
12	04092068308	GUIDOUM Cheyma	08,50	14.25		
13	04092068387	MERZOUGUI Lamia	08,00	15.50		
14	04092068398	MEROUANI Ikram	06,50	11.50		

Enseignant: ZIAR Toufik

Date: 29/01/2022

Corrigé type : EM II

7/7

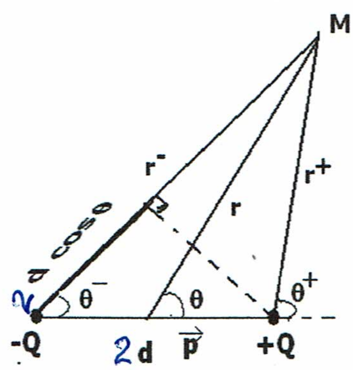
Q.C.M de cours:(/7pts)

1. Les équations de Maxwell dans le vide s'écrivent : • $\vec{\nabla}.\vec{B} = \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$; $\vec{\nabla}.\vec{D} = 0$; $\vec{\nabla}\wedge\vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$; $\vec{\nabla}\wedge\vec{H} = \vec{0}$ • $\vec{\nabla}.\vec{B} = \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$; $\vec{\nabla}.\vec{D} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$; $\vec{\nabla}\wedge\vec{E} = \vec{0}$; $\vec{\nabla}\wedge\vec{H} = \vec{0}$ • $\vec{\nabla}.\vec{B} = 0$; $\vec{\nabla}.\vec{D} = 0$; $\vec{\nabla}\wedge\vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$; $\vec{\nabla}\wedge\vec{H} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ 1	2. Les champs électrique $\vec{E}$ et magnétique $\vec{H}$ d'une onde électromagnétique sont: • Déphasés et parallèles • En phase et perpendiculaires 1 • En phase et parallèles • Déphasés et perpendiculaires.
3. Les ondes électromagnétiques peuvent se propagées : • Uniquement dans le vide • Uniquement dans l'eau • Uniquement à travers la matière • Dans les trois milieux précédents 1	4. La vitesse de propagation d'une onde électromagnétique dans un milieu de permittivité ε et de perméabilité μ est donnée par : • $1/\sqrt{\epsilon\mu}$ 1 • $\sqrt{\epsilon\mu}$ • $\sqrt{\epsilon/\mu}$ • $\sqrt{\mu/\epsilon}$
5. Soit une onde OPPM que signifie OPPM • Onde plane progressive monomode • Onde plane progressive monochromatique • one plane polarisé monophasée 1	6. L'équation d'onde d'une onde OPPM qui se propage dans la direction Z est donnée par : • $\frac{\partial^2 E}{\partial z^2} - \frac{1}{C}\frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = 0$ • $\frac{\partial^2 E}{\partial z^2} - C^2\frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = 0$ • $\frac{\partial^2 E}{\partial z^2} - \frac{1}{C^2}\frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = 0$ 1
7. Sous l'influence d'un champ électrique externe, les moments dipolaires des molécules polaires ont tendance à s'orienter : • Perpendiculairement aux lignes de champ 1 • Parallèlement aux lignes de champ • D'une façon arbitraire	

EXO N° 02 (/5pts) 5/5

1) Calcul du potentiel :

Le potentiel créé par le dipôle est la somme de deux potentiels créés par les charges -q et +q . En notant r^- et r^+ les distances entre ces charges et le point de mesure M on a :



$$V(M) = V(M)_{+q} + V(M)_{-q}$$ 0,25

$$= \frac{+q}{4\pi\varepsilon_0 r^+} + \frac{-q}{4\pi\varepsilon_0 r^-}$$ 0,25

$$V(M) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r^+} - \frac{1}{r^-}\right)$$

0,5

Les distances r^+ et r^- peuvent être exprimées en fonction des coordonnées polaires par :

0,25 $$r^+ = r\left(1+\frac{2d}{r}cos\theta+\frac{r^2}{d^2}\right)^{1/2} \quad ; r^- = r\left(1-\frac{2d}{r}cos\theta+\frac{r^2}{d^2}\right)^{1/2}$$ 0,25

En partant de l'hypothèse $r \gg 2d$ nous pouvons faire l'approximation suivante :

0,25 $$\frac{1}{r^+} \cong \frac{1}{r}\left(1+\frac{d}{r}cos\theta\right) \quad ;\frac{1}{r^-} \cong \frac{1}{r}\left(1-\frac{d}{r}cos\theta\right)$$ 0,25

Nous aurons le potentiel : $V(r) = \frac{qdcos\theta}{2\pi\varepsilon_0 r^2}$ 1

2) Calcul du champ électrostatique associé :

$\vec{E} = -\overrightarrow{grad}\,V(r)$ 0,25 $\quad \vec{E} = -(\frac{\partial V}{\partial r}\vec{u}_r + \frac{1}{r}\frac{\partial V}{\partial \theta}\vec{u}_\theta)$ 0,25

$$\vec{E} = \frac{qdcos\theta}{\pi\varepsilon_0 r^3}\vec{u}_r + \frac{qdsin\theta}{2\pi\varepsilon_0 r^3}\vec{u}_\theta$$ 1

EXO N° 01 (/8pts) 8/8

1) Les équations de Maxwell dans le vide : $\vec{\nabla}.\vec{E} = 0 ; \vec{\nabla}\wedge\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t} ; \vec{\nabla}.\vec{B} = 0; \vec{\nabla}\wedge\vec{B} = \mu_0\varepsilon_0\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$ 0,25 X4

2) Les équations de propagation du champ $\vec{E}$ et du champ $\vec{B}$ dans le vide
   - Pour le champ éléctrique

De la deuxième équation de MAX

$\vec{\nabla}\wedge(\vec{\nabla}\wedge\vec{E}) = -\frac{\partial\overrightarrow{\nabla\wedge B}}{\partial t}$ avec $\vec{\nabla}\wedge\vec{B} = \mu_0\varepsilon_0\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$ connaissons : $\vec{\nabla}\wedge(\vec{\nabla}\wedge\vec{E}) = \vec{\nabla}.(\vec{\nabla}.\vec{E}) - \nabla^2\vec{E}$

On aura : $-\nabla^2\vec{E} = -\mu_0\varepsilon_0\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2}$ puis: $\nabla^2\vec{E} - \mu_0\varepsilon_0\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2} = 0$ qui est équations de propagation du champ $\vec{E}$

0,25 X4

   - Pour le champ magnétique on aura $\nabla^2\vec{B} - \mu_0\varepsilon_0\frac{\partial^2\vec{B}}{\partial t^2} = 0$ 0,5

3) Calcul de rot E = ∇ ∧ E ; rot B = ∇ ∧ B , $divE$ = ∇ . E et $divB$ = ∇ . B

$$\vec{\nabla}\wedge\vec{E} = \begin{vmatrix} \vec{e}_x & \vec{e}_y & \vec{e}_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ E_x & E_y & E_z \end{vmatrix} = \left(\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z}\right)\vec{e}_x - \left(\frac{\partial E_z}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial z}\right)\vec{e}_y + \left(\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y}\right)\vec{e}_z$$ 0,25

$$\vec{E} = \vec{E_0}e^{j(\omega t - \vec{k}\vec{r})} = \begin{pmatrix} E_{0x} \\ E_{0y} \\ E_{0z} \end{pmatrix} e^{j(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z)}$$ 0,25

$$\vec{\nabla}\wedge\vec{E} = -j\vec{k}\wedge\vec{E}$$ 0,25

De la même façon on obtient : $\vec{\nabla}\wedge\vec{B} = -j\vec{k}\wedge\vec{B}$ 0,25 x3

Pour les divergences :

$$\vec{\nabla}.\vec{E} == \frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z}$$ 0,25 x2 x2

après calcul on trouve : $\vec{\nabla}.\vec{E} == -j\vec{k}.\vec{E}$ et $\vec{\nabla}.\vec{B} == -j\vec{k}.\vec{B}$

4) E et B sont transversaux

D'après les équations de Max :

$$\vec{\nabla}.\vec{B} == -j\vec{k}.\vec{B} = 0 et\ \vec{\nabla}.\vec{E} == -j\vec{k}.\vec{E} = 0\ alors\ \vec{E} \perp \vec{k}\ et\ \vec{B} \perp \vec{k}$$ 0,5

5) E et B sont perpendiculaires entre eux

D'après les équations de Max :

$$\vec{\nabla}\wedge\vec{B} == -j\vec{k}\wedge\vec{B} = j\omega\mu_0\varepsilon_0\vec{E}\ et\ \vec{\nabla}\wedge\vec{E} == -j\vec{k}\wedge\vec{E} = -j\omega\vec{B}\ alors\ \vec{E} \perp \vec{B}$$ 0,5

Une onde plane électromagnétique : $\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - kz)\,\vec{e}_x$

6) le sens de propagation: Cette onde se propage suivant l'axe des z positifs 0,5

La vitesse de propagation $v = \omega/k$ 0,5

7) Détermination du champ B : Le champ B sera déterminé à travers l'équation de Maxwell : $\vec{\nabla}\wedge\vec{E} = -j\omega\vec{B}$ 0,5

$$\vec{\nabla}\wedge\vec{E} = \begin{vmatrix} \vec{e}_x & \vec{e}_y & \vec{e}_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ E_0 e^{j(\omega t - kz)} & 0 & 0 \end{vmatrix} = 0.\vec{e}_x - jkE_0 e^{j(\omega t - kz)}\vec{e}_y + 0.\vec{e}_z = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t} = -j\omega\vec{B}$$ 0,5

$$\vec{B} = -\frac{k}{\omega}E_0 e^{j(\omega t - kz)}\vec{e}_y$$ 0,5