كل ما يحتاجه الطالب في جميع الصفوف من أوراق عمل واختبارات ومذكرات، يجده هنا في الروابط التالية لأفضل مواقع تعليمي إماراتي 100 %

تطبيق المناهج الإماراتية | الاجتماعيات | الرياضيات

الصفحة الرسمية على التلغرام | الاسلامية | العلوم

الصفحة الرسمية على الفيسبوك | الانجليزية

التربية الاخلاقية لجميع الصفوف | اللغة العربية

التربية الرياضية

مجموعات التلغرام.	مجموعات الفيسبوك	قنوات تلغرام	قنوات الفيسبوك
الصف الأول	الصف الأول	الصف الأول	الصف الأول
الصف الثاني	الصف الثاني	الصف الثاني	الصف الثاني
الصف الثالث	الصف الثالث	الصف الثالث	الصف الثالث
الصف الرابع	الصف الرابع	الصف الرابع	الصف الرابع
الصف الخامس	الصف الخامس	الصف الخامس	الصف الخامس
الصف السادس	الصف السادس	الصف السادس	الصف السادس
الصف السابع	الصف السابع	الصف السابع	الصف السابع
الصف الثامن	الصف الثامن	الصف الثامن	الصف الثامن
الصف التاسع عام	الصف التاسع عام	الصف التاسع عام	الصف التاسع عام
الصف التاسع متقدم	الصف التاسع متقدم	الصف التاسع متقدم	تاسع متقدم
الصف العاشر عام	الصف العاشر عام	الصف العاشر عام	عاشر عام
الصف العاشر متقدم	الصف العاشر متقدم	الصف العاشر متقدم	عاشر متقدم
الحادي عشر عام	الحادي عشر عام	الحادي عشر عام	حادي عشر عام
الحادي عشر متقدم	الحادي عشر متقدم	الحادي عشر متقدم	حادي عشر متقدم
ثاني عشر عام	الثاني عشر عام	الثاني عشر عام	الثاني عشر عام
ثاني عشر متقدم	الثاني عشر متقدم	ثاني عشر متقدم	ثاني عشر متقدم

الموجات الكهرومغناطيسية

12
متقدم

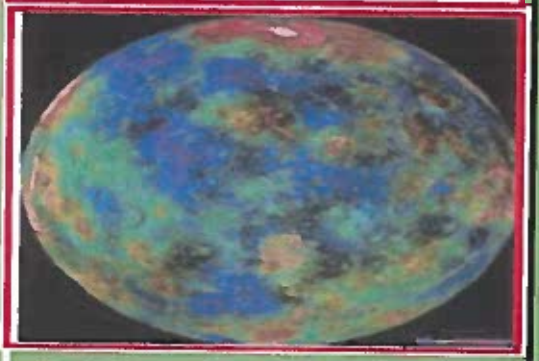
الوحدة الحادية عشر 11

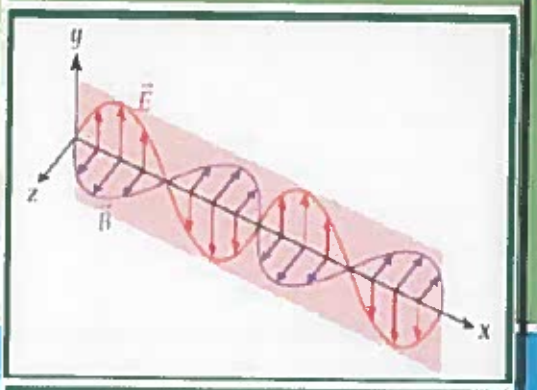
United Arab Emirates
Ministry of Education

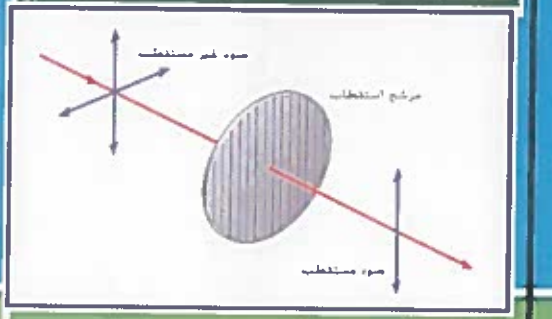
الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

I ♥ PHYSICS

Electromagnetic Waves







الفيزياء

مع أسامة النحوي

الثاني عشر – متقدم

الفصل الدراسي الثالث

الاسم :

إعداد الأستاذ

أسامة إبراهيم النحوي

0554543232

العام الدراسي 2018 -2019

عام التسامح

MR Osama Alnahawi

0554543232

11.1 قانون ماكسويل في الحث الكهرومغناطيسي

❖ وفقاً لقانون فارادي للحث فإن تغير المجال المغناطيسي يُنتج مجالاً كهربائياً يعطى بالعلاقة :

$$\oint \vec{E}\cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

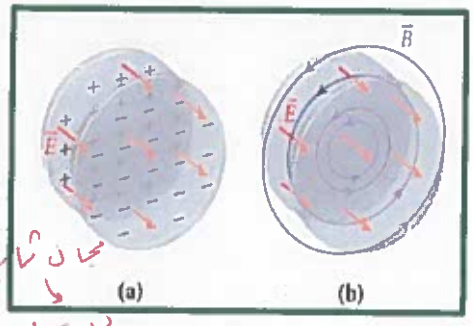
حيث يمثل (E) المجال الكهربائي المستحث عبر حلقة مغلقة من خلال التدفق المغناطيسي المتغير عبر نفس الحلقة .

❖ وبحسب قانون ماكسويل للحث الكهرومغناطيسي يُنتج المجال الكهربائي المتغير مجالاً مغناطيسياً

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{s} = \mu_0\epsilon_0\frac{d\Phi_E}{dt}$$

حيث يمثل (B) المجال المغناطيسي المستحث عبر حلقة مغلقة من خلال التدفق الكهربائي المتغير عبر نفس الحلقة .

❖ لتوضيح المجال المغناطيسي المستحث يمكننا استخدام مكثف دائري كما في الشكل .



1) الشكل (a) عبارة عن مكثف دائري مشحون بشحنة ثابتة وتمثل الاسهم الحمراء خطوط المجال الكهربائي بين الالواح

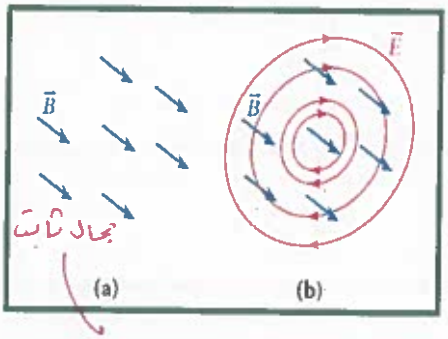
علل

* (لا يوجد مجال مغناطيسي في المكثف لعدم وجود تغير في الشحنة) .

2) الشكل (b) تتزايد الشحنة بمرور الزمن لذلك يزداد التدفق الكهربائي بين الألواح فينتج مجالاً مغناطيسياً مستحثاً على شكل حلقات .

ملاحظة : عندما يتوقف تزايد الشحنة يصبح التدفق الكهربائي ثابتاً وبالتالي لا يوجد مجال مغناطيسي .

❖ ((يمكن استخدام مجال مغناطيسي منتظم وثابت مع مرور الزمن كما في الشكل)):



1) الشكل (a) يُمثل مجال مغناطيسي منتظم وثابت مع مرور الزمن

علل

(لا يوجد مجال كهربائي بسبب عدم تغير المجال المغناطيسي)

2) الشكل (b) ما زال المجال المغناطيسي منتظم ولكنه يتزايد بمرور الزمن مما يؤدي الى إنتاج مجال كهربائي مُستحث وتمثل الحلقات الحمراء خطوط المجال الكهربائي وله نفس اتجاه المجال .

ملاحظة : اتجاه المجال الكهربائي المستحث يعاكس اتجاه المجال المغناطيسي المُستحث .

ينص قانون أمبير كما ورد سابقاً $\oint \vec{B}\cdot d\vec{s} = \mu_0 i_{enc}$

وبدمج قانون أمبير مع معادلة ماكسويل نحصل على قانون (ماكسويل – أمبير) $\oint \vec{B}\cdot d\vec{s} = \mu_0\epsilon_0\frac{d\Phi_E}{dt} + \mu_0 i_{enc}$

MR Osama Alnahawi

تيار الإزاحة (i_d)

هو تيار يسري في العوازل على عكس تيار التوصيل الذي يسري في الموصلات .

وهو تيار تخيلي أدرجه ماكسويل في قانون أمبير لتوضيح الظواهر الطبيعية المرافقة لحركة المجالات الكهربائية في الفراغ أو العازل وتكمن أهميته في أنه يُمثل ت أثر المجال المغناطيسي بالمجالات الكهربائية المتغيرة .

$$i_d = \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} = \epsilon_0 A \frac{dE}{dt}$$

ويمكن إعادة كتابة المعادلة السابقة بدلالة قانون ماكسويل – أمبير . $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 (i_d + i_{enc})$

❖ يُمكن استخدام تيار الإزاحة لحساب المجال المغناطيسي المستحث .

1) بين لوحي المكثف حيث $(r < R)$ $B = \left(\frac{\mu_0 i_d}{2\pi R^2}\right) r$

2) خارج المكثف حيث $(r > R)$ $B = \frac{\mu_0 i_d}{2\pi r}$

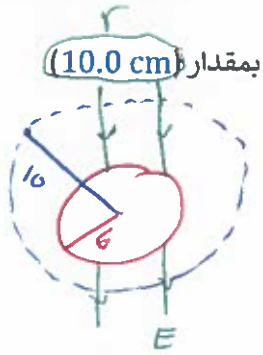
حيث : (r) تمثل بعد النقطة المطلوبة (R) تمثل نصف القطر

الجدول 11.1 معادلات ماكسويل التي تصف الظواهر الكهرومغناطيسية

الاسم	المعادلة	الوصف
قانون جاوس للمجالات الكهربائية	$\oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$	يتناسب التدفق الكهربائي الكلي عبر سطح مغلق مع الشحنة الكهربائية الكلية المحصورة.
قانون جاوس للمجالات المغناطيسية	$\oiint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$	التدفق المغناطيسي الكلي عبر سطح مغلق يساوي صفرًا (لا توجد أقطاب مغناطيسية أحادية).
قانون فاراداي للحث	$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$	إنتاج مجال كهربائي بالحث من خلال تدفق مغناطيسي متغير.
قانون ماكسويل – أمبير	$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} + \mu_0 i_{enc}$	إنتاج مجال مغناطيسي بالحث من خلال تدفق كهربائي متغير أو بواسطة تيار.

MR Osama Alnahawi

سؤال (1) تم توجيه مجال كهربائي مقداره (200.0 V/m) بشكل عمودي على سطح مستو دائري نصف قطره (6.0 cm) .
إذا زاد المجال الكهربائي بمعدل (10.0 V/m s) .



• حدد مقدار المجال المغناطيسي و اتجاهه على مسافة نصف قطرية تبعد عن مركز الدائرة بمقدار (10.0 cm)

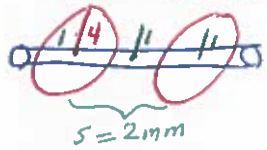
خارج المكثف

$$B = \frac{\mu_0 i_d}{2\pi r}$$
$$= \frac{4\pi\times10^{-7}\times1\times10^{-12}}{2\pi(1\times10^{-2})}$$
$$= 2\times10^{-18}\ T$$

$$i_d = \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$$
$$= \epsilon_0 A \frac{dE}{dt}$$
$$= \epsilon_0 \pi R^2 \frac{dE}{dt}$$
$$= 8.85\times10^{-12}\times\pi(6\times10^{-2})\times10 = 1\times10^{-12}\ A$$

سؤال (2) سلك نصف قطره (1.0 mm) يحمل تياراً مقداره (20.0 A) يتم توصيل السلك بمكثف متوازي الألواح يبلغ نصف قطر ألواحه الدائرية (4.0 cm) والفواصل بين الألواح (s=2.0 mm)
ما مقدار المجال المغناطيسي بسبب المجال الكهربائي المتغير عند نقطة تبعد مسافة نصف قطرها (1.0 cm) من المركز

داخل المكثف



$$B = \frac{\mu_0 i_d r}{2\pi R^2}$$ ← بعد النقطة ← نصف قطر المكثف
$$= \frac{4\pi\times10^{-7}\times20\times1\times10^{-2}}{2\pi(4\times10^{-2})^2} = 2.5\times10^{-5}\ T.$$

سؤال (3) ملف لولبي طوله (20.0 cm) ونصف قطره (2.0 cm) وعدد لفاته (500)لفة . يتناقص شدة التيار المار في الملف من (3.0 A) إلى (1.0 A) في زمن قدره (0.100 s).

$$\frac{di}{dt} = \frac{1-3}{0.1} = -20\ A/s$$

للتذكير
$B = \mu_0 n I$

• حدد مقدار المجال الكهربائي المستحث داخل الملف اللولبي على بعد (1.0 cm) من المركز

$$\oint E\cdot ds = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$
$$E(2\pi r) = -\frac{d(\mu_0 \frac{N}{l}\pi r^2 i)}{dt}$$
$$E(2\pi r) = -\mu_0 \frac{N}{l}\pi r^2 \frac{di}{dt}$$
$$E = \frac{-\mu_0 N r}{2l}\frac{di}{dt}$$
$$= \frac{-4\pi\times10^{-7}\times500\times1\times10^{-2}}{2\times20\times10^{-2}}\times-20 = 3.14\times10^{-4}\ V/m .$$

$$\Phi_B = BA$$
$$= \mu_0 n i A$$
$$= \mu_0 \left(\frac{N}{l}\right) i (\pi r^2)$$
$$= \mu_0 \frac{N}{l}\pi r^2 i$$

سؤال (4) يحتوي مكثف متوازي الألواح على هواء بين ألواح قرصية الشكل نصف قطرها (4.0 mm) ومتحدة المحور والمسافة الفاصلة بينهما (1.0 mm) تتجمع الشحنة على ألواح المكثف .

• ما تيار الإزاحة بين الألواح في اللحظة التي يكون فيها معدل تراكم الشحنات على الألواح يساوي (10.0μc/s)

$$I_d = \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$$
$$\Phi_E = \frac{\sigma A}{\epsilon_0} = \frac{q A}{A\epsilon_0} = \frac{q}{\epsilon_0}$$
$$= \epsilon_0 \frac{dq}{dt\,\epsilon_0} = \frac{dq}{dt}$$
$$= 10\times10^{-6}\ A$$

أو
$$i_d = \frac{dq}{dt} = 10\times10^{-6}\ A$$ تعريف شدة التيار

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي
MR Osama Abuhawi
0554543232
MR Osama Abuhawi
MR Osama Abuhawi

سؤال (5) يحتوي مكثف متوازي الألواح على ألواح دائرية نصف قطرها (10.0 cm) والمسافة الفاصلة بينهما (5.0 cm) تتم زيادة الجهد عبر المكثف بمعدل ثابت (1.20 kv/ s) ما مقدار المجال المغناطيسي بين الألواح عند مسافة (4.0cm) من المركز

$$B = \frac{\mu_0 i_d r}{2\pi R^2}$$

$$= \frac{\mu_0 r}{2\pi R^2} \cdot \frac{\epsilon_0 \pi R^2}{d} \frac{dV}{dt}$$

$$= \frac{\mu_0 \epsilon_0 r}{2d} \cdot \frac{dV}{dt} = 5.34 \times 10^{-14}\ T$$

$$i_d = \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$$

$$= \epsilon_0 A \frac{dE}{dt} \quad (E = \frac{V}{d})$$

$$= \frac{\epsilon_0 A}{d} \frac{dv}{dt}$$

سؤال (6) يتغير الجهد الكهربائي عبر موصل أسطواني نصف قطره (r) وطوله (L) ومقاومته (R) بمرور الزمن . يتسبب الجهد المتغير بمرور الزمن في تدفق تيار متغير بمرور الزمن (i) في الأسطوانة . وضح أن تيار الإزاحة يساوي ($\frac{\epsilon \cdot \rho di}{dt}$)

$$i_d = \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$$

$$= \epsilon_0 \frac{d\, iP}{dt}$$

$$= \epsilon_0 \rho \frac{di}{dt}$$

$$\Phi_E = EA$$

$$= \left(\frac{V}{L}\right) A$$

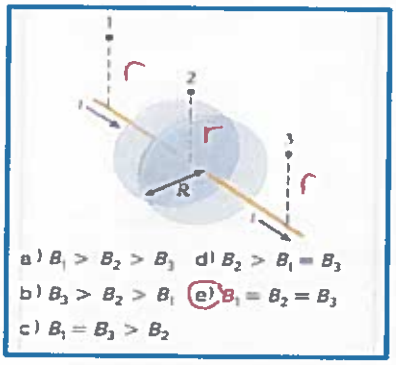
$$= \left(\frac{iR}{L}\right) A$$

$$= \left(\frac{i \rho L}{AL}\right) A$$

$$= iP$$

مراجعة المفاهيم 11.1

تيار الإزاحة، i_d، لمكثف الشحن الدائري الذي نصف قطره R والموضح في الشكل يساوي تيار التوصيل، i، في الأسلاك. تقع النقطتان 1 و3 على مسافة عمودية r من الأسلاك. وتقع النقطة 2 على نفس المسافة العمودية r من مركز المكثف، بحيث يكون $r > R$. رتب الحقول المغناطيسية في النقاط 1 و2 و3، من الأكبر مقدارًا إلى الأصغر.



a) $B_1 > B_2 > B_3$ d) $B_2 > B_1 = B_3$
b) $B_3 > B_2 > B_1$ e) $B_1 = B_2 = B_3$
c) $B_1 = B_3 > B_2$

النقاط (1، 2، 3) تقع خارج المكثف لذلك نطبق معادلة

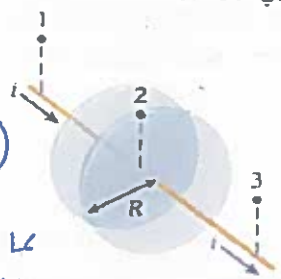
$$B = \frac{\mu_0 i L}{2\pi r}$$

و (r) مساوية للجميع

$B_1 = B_2 = B_3$

مراجعة المفاهيم 11.2

تيار الإزاحة، i_d، لمكثف الشحن الدائري الذي نصف قطره R والموضح في الشكل يساوي تيار التوصيل، i. في الأسلاك. تقع النقطتان 1 و3 على مسافة عمودية r من الأسلاك. وتقع النقطة 2 على نفس المسافة العمودية r من مركز المكثف، بحيث يكون $r < R$. رتب المجالات المغناطيسية في النقاط 1 و2 و3، من الأكبر مقدارًا إلى الأصغر.



a) $B_1 > B_2 > B_3$ d) $B_2 > B_1 = B_3$
b) $B_3 > B_2 > B_1$ e) $B_1 = B_2 = B_3$
c) $B_1 = B_3 > B_2$

$$\frac{B}{2} = \frac{\mu_0 i_d}{2\pi}\left(\frac{r}{R^2}\right)$$ داخل المكثف

$$B_{1,3} = \frac{\mu_0 i_d}{2\pi}\left(\frac{r}{r^2}\right)$$ خارج

$r < R$ أي أن $B_{1,3}$ أكبر من B_2 لذلك

$B_1 = B_3$ (نفس 11.1)

MR Osama Alnahawi

القسم (11.2) للمطالعة الذاتية

11.2 الحلول الموجية لمعادلات ماكسويل

11.3 الطيف الكهرومغناطيسي

خصائص الموجات الكهرومغناطيسية

① تنتشر في الأوساط المادية والفراغ (الفضاء) لا تحتاج الى وسط مادي لكي تنتقل .

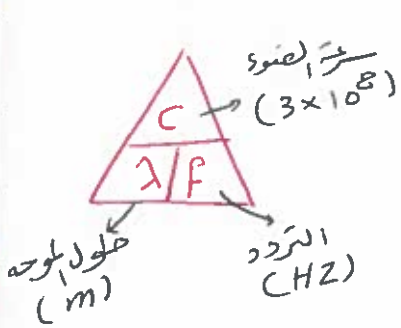
② تنتقل جميع أنواع الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ بسرعة ثابتة تساوي سرعة الضوء ($c = 3.0 \times 10^8$ m/s)

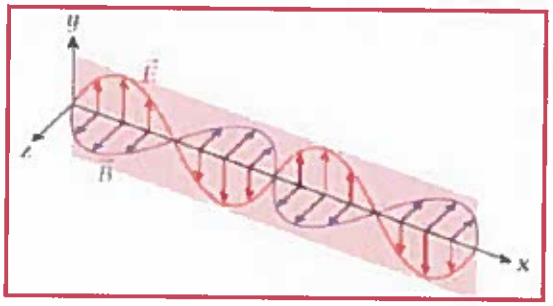
③ تتكون من مجالين متعامدين أحدهما كهربائي والآخر مغناطيسي وينتشران في اتجاه متعامد على اتجاه انتشار الموجة

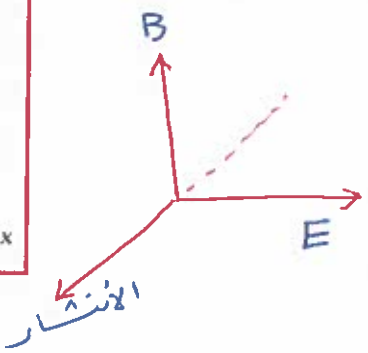
④ يرتبط كل من طولها الموجي وترددها وسرعتها بالعلاقة العامة للموجات $c = \lambda f$. إذا زاد الطول الموجي يقل التردد والعكس صحيح

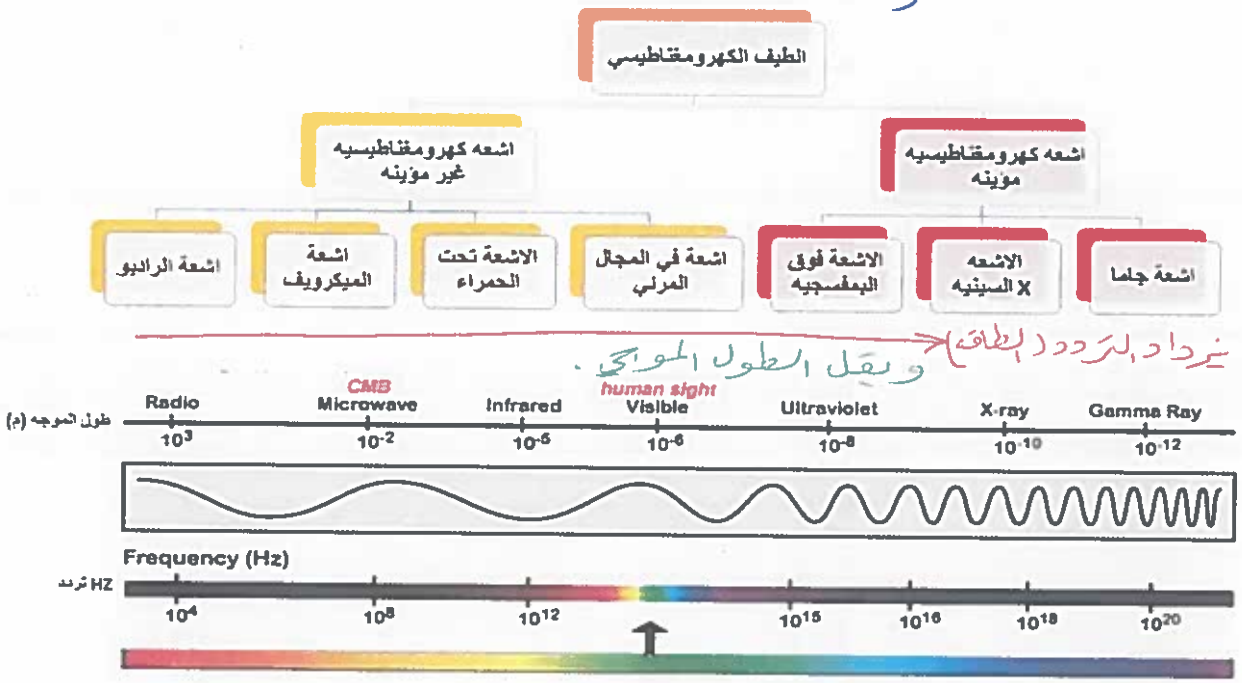
⑤ قابيلة الاستقطاب لأنها موجات مستعرضة .وهي موجات غير مشحونة لذلك لاتتأثر بالمجالات الكهربائية والمغناطيسية .

⑥ لها مدى واسع من الموجات تختلف في الترددات والأطوال الموجية ، يسمى هذا المدى الطيف الكهرومغناطيسي









MR Osama Alnahawi

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي

MR Osama Alnahawi
0554543232

الطيف الكهرومغناطيسي	الإستخدامات
الموجات الراديوية	لها طول موجي كبير وتستخدم على نطاق واسع في علم الفلك والبث الإذاعي والتليفزيون لأنها يمكنها العبور عبر سحب الغبار والغاز التي تحجب الضوء المرئي .
موجات الميكروويف	هي أقل طول موجي من الموجات الراديوية وبالتالي يزداد ترددها(10 GHz) وتستخدم في فرن الميكروويف وإرسال الرسائل الهاتفية يمكنها الانتقال بسهولة عبر الغلاف الجوي .
الأشعة تحت الحمراء	لها طول موجي أطول قليلاً من الضوء المرئي (10^{-4} m) وتستخدم لقياس التسرب الحراري في المنازل والمكاتب عن طريق استخدام كاشفات موجات الأشعة تحت الحمراء . تستخدم أيضاً في تحديد مواقع البراكين الخامدة . التمكن من الرؤية في الظلام وغيرها .....
الضوء المرئي	يشير الضوء المرئي إلى الموجات الكهرومغناطيسية التي يمكن أن نراها ، يتراوح الطول الموجي لها بين (400 nm إلى 700 nm) حيث تصل ذروة استجابة العين البشرية إلى (550 nm) اللون الأخضر
الأشعة فوق البنفسجية	لها طول موجي أقصر قليلاً من الضوء المرئي (10^{-9} m) وبالتالي تزداد طاقتها فقد تسبب أضرار في الجلد وحروق الشمس ولكن يتم امتصاص معظمها في طبقة الأوزون وتستخدم في المستشفيات لتعقيم الأدوات والانبعاث المثار للإشعاع .
الأشعة السينية	لها طول موجي في حدود (10^{-10} m) وهي تستخدم في المجالات الطبية للكشف عن الكسور في العظام نظراً لأنها تمتلك خاصية النفاذ من جميع الأجسام الصلبة ماعدا الرصاص
أشعة جاما	لها طول موجي قصير جداً في حدود (10^{-12} m) وهي ناتجة عن انحلال الأنوية الثقيلة ويمكن أن تدمر الخلايا الحية نظراً لطاقتها العالية جداً وتستخدم في مجال الطب لتدمير الخلايا السرطانية أو أي أنسجة يصعب الحصول عليها .

اختر من العمود A اسم الموجه المناسب للاستخدام في العمود B ((موجات منخفضة التردد))

A	الموجة	B	الاستخدام
1	موجات الراديو	4	تستخدم في معالجة البولمرات وتعقيم الأدوات وصناعة أشباه الموصلات وحفر النقوش على رقائق السيلكون .
2	موجات الميكروويف	2	في الهواتف الخلوية ونظام تحديد المواقع GPS وطبي الطعام.
3	الأشعة تحت الحمراء	1	تستخدم في نقل المعلومات مثل التلفاز والراديو
4	الأشعة فوق البنفسجية	3	أجهزة الاستشعار والكاميرات ومناظير الرؤية الليلية وتدفئة المباني

MR Osama Alnahawi

اختر من العمود A اسم الموجه المناسب للاستخدام في العمود B ((موجات عالية التردد))

A	الموجة	B	الاستخدام
1	أشعة اكس X-Ray	1	تستخدم في تصوير العظام والأسنان والقضاء على الخلايا السرطانية.
2	أشعة جاما $\gamma - Ray$	2	للكشف عن المواد الخطرة وتدمير الخلايا السرطانية

سؤال (7) ما مدى الطول الموجي لموجة FM (88.0 MHz – 108.0 MHz)

$f_2 \times 10^6$ $f_1 \times 10^6$

$$\lambda_1 = \frac{c}{f_1} = \frac{3\times10^8}{108\times10^6} = 2.78\,m$$

$$\lambda_2 = \frac{c}{f_2} = \frac{3\times10^8}{88\times10^6} = 3.41\,m$$

المدى من (2.78m — 3.41m)

سؤال (8) يتراوح نطاق الطول الموجي للضوء المرئي في الهواء بين (700nm و400nm) . ما نطاق التردد للضوء المرئي ؟

f $\lambda_2 \times 10^9$ $\lambda_1 \times 10^9$

$$f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3\times10^8}{700\times10^9} = 4.3\times10^{14}\,HZ$$

$$f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3\times10^8}{400\times10^9} = 7.5\times10^{14}\,HZ$$

المدى من (4.3×10^{14} — 7.5×10^{14})

سؤال (9) إذا علمت أن تردد نطاق موجات الإذاعة FM أكبر من تردد نطاق موجات AM . املأ الجدول بما يناسبه :

أي النطاقين تحمل موجاته طاقة أكبر ؟	موجات FM لديه طاقة تتناسب طرديًا مع التردد $E = hf$
قارن بين سرعة موجات كل من النطاقين في الفراغ	نفس سرعة " جميع الموجات تتحرك بسرعة الضوء "

f $\ell \times 10^{-2}$

سؤال (10) هوائي هاتف خلوي عبارة عن ساق مستقيم بطول (8.0 cm) احسب تردد تشغيل الإشارة من هذا الهاتف بافتراض أن طول الهوائي يساوي (1/ 4) الطول الموجي للإشارة .

$$\ell = \frac{1}{4}\lambda$$

$$\lambda = 4\ell$$

$$= 4\times8\times10^{-2}$$

$$= 0.32\,m$$

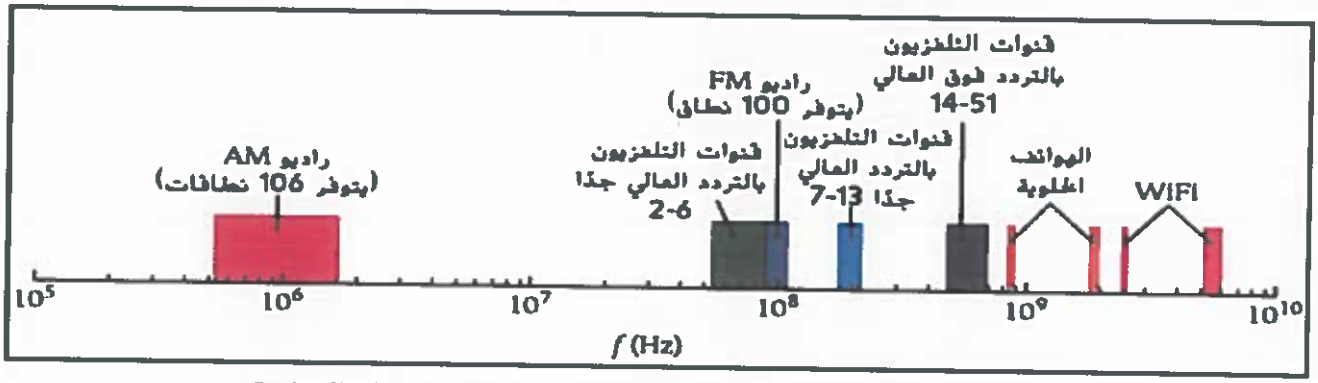
$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$= \frac{3\times10^8}{0.32}$$

$$= 9.38\times10^8\,HZ$$

MR Osama Abahawi

نطاقات تردد البث الإذاعي والتلفزيوني والإتصالات



الموجه الحاملة : هي عبارة عن موجة جيبية بتردد **يساوي** تردد محطة الإذاعة .

حيث ترسل محطة الراديو أو التلفزيون إشارة حاملة على تردد معين .

1) بالنسبة الى بث راديو **AM** يتم تعديل **سعة الموجة** الحاملة .حسب المعلومات التي يتم نقلها حيث يحمل التعديل الرسالة المنقولة ويتم استقبالها من خلال دائرة (RLC) **ترددها الرنيني يساوي تردد الاشارة الحاملة** *يمكن أن يتعرض البث **للتشويش وفقدان الإشارة** لأن الرسالة تتناسب مع سعة الاشارة المتغيرة باختلاف الظروف

2) بالنسبة الى بث راديو **FM** يتم تعديل تردد الموجة الحاملة حسب الرسالة لانتاج إشارة معدلة

*يتعرض هذا النوع **لدرجة أقل من التشويش** وفقدان الإشارة لانه يتم الاعتماد على تغيرات التردد بدلاً من تغيرات السعة .

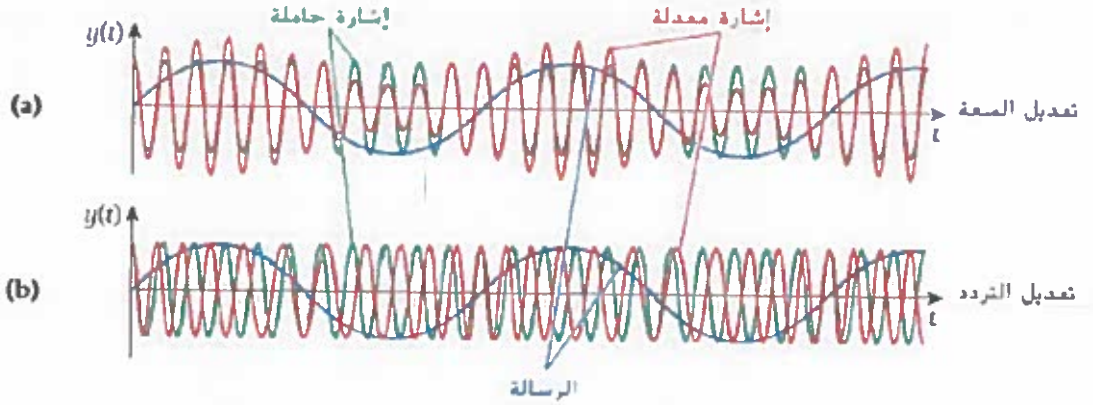
*تستخدم مستقبلات **FM** مميز (**فوستر-سيلي**) لفك تعديل الإشارة .

يتكون مميز (**فوستر-سيلي**) من دائرة (RLC) وصمامين ثنائيين مشابها لمقوم الموجة الكاملة .

*إذا كانت المدخلات تساوي التردد للموجه الحاملة فإن كلا نصفي الدائرة الموالفة ينتجان الجهد الكهربائي نفسه والخرج يكون صفر .

*عند تغير تردد الإشارة الحاملة تغير التوازن بين نصفي الدائرة المعدلة .

MR Osama Alnahawi



يُمثل المنحنى الأخضر الإشارة الناقلة والمنحنى الأحمر الإشارة المعدلة

والمنحنى الأزرق المعلومات التي يتم إرسالها .

11.1 أي من الظواهر التالية يمكن ملاحظته في الموجات الكهرومغناطيسية ولكن لا توجد في الموجات الصوتية؟

a) التداخل (c) الاستقطاب e) الانتشار

b) الحيود d) الامتصاص

11.2 أي من العبارات التالية المتعلقة بالموجات الكهرومغناطيسية غير صحيحة؟ (اختر كل ما ينطبق).

a) تنتقل الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ بسرعة الضوء.

$E = CB$

(b) يتساوى مقدارا المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي.

(c) يتعامد متجه المجال الكهربائي فقط على اتجاه انتشار الموجة.

d) يتعامد كل من متجه المجال الكهربائي ومتجه المجال المغناطيسي على اتجاه الانتشار.

(e) لا تحمل الموجة الكهرومغناطيسية الطاقة إلا عندما يكون $E = B$.

11.3 تعلن إذاعة الشارقة أنها "تبث إلى منطقة معينة على نطاق 49 مترا". ما التردد الذي تبث به الإذاعة؟

$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{49}$ ، λ

$= 6.12\times10^6$

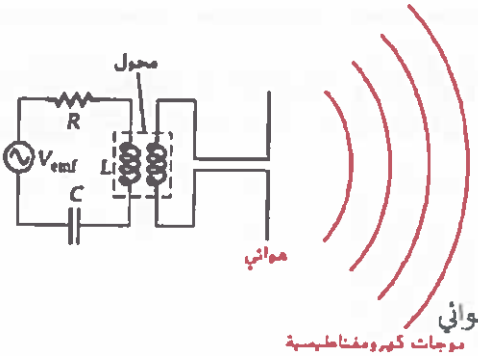
$= 6.12\ MHz$

a) 820 kHz d) المعلومات المقدمة لا تقدم شيئًا عن التردد.

(b) 6.12 MHz

c) 91.7 MHz

الموجات الكهرومغناطيسية المتحركة :



تنتج العمليات دون الذرية موجات كهرومغناطيسية مثل (أشعة جاما ، أشعة سينية ، الضوء المرئي) ويمكن أن تنتج أيضاً من دائرة (RLC) .

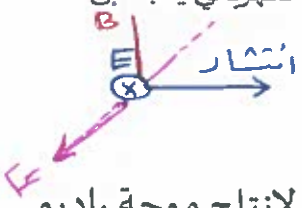
تنتج الشحنات المتسارعة موجات كهرومغناطيسية متحركة . تتحرك من الهوائي بسرعة (C) وتردد ($f = \omega / 2\pi$)

تنتشر الموجات من خلال انتشار مقدمة الموجة على شكل كروي من الهوائي

$A = 4\pi r^2$

MR Osama Alnahawi

سؤال (11) إذا كانت موجة كهرومغناطيسية تنتشر باتجاه نحو اليمين وكان المجال الكهربائي يتجه إلى داخل وخارج الصفحة . ففي أي اتجاه سيكون المجال المغناطيسي ؟



اتجاه B نحو الأعلى ← الأسفل .

سؤال (12) افترض أن دائرة محث ومكثف ومقاوم في حالة رنين تُستخدم لإنتاج موجة راديو طولها الموجي (150m) ، إذا كانت الدائرة تحتوي على مكثف (2.0pF) فما المعامل للمحث المستخدم ؟

$C \times 10^{-12}$

$f = \frac{c}{\lambda}$

$= \frac{3\times10^8}{150}$

$= 2\times10^6\ HZ$

رنين $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$2\times10^6 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\times 2\times10^{-12}}}$

$L = 3.17\times10^{-3}\ H$

سؤال (13) ثلاث محطات إذاعية FM تُغطي المنطقة الجغرافية نفسها وتبث على ترددات (91.1) و (91.3) و (91.5MHz) على التوالي . ما الحد الأقصى لعرض الطول الموجي المسموح به لمرشح تمرير النطاق في جهاز الاستقبال في المذياع بحيث يمكن تشغيل محطة 91.3 FM من دون التداخل مع 91.1 أو 91.5 FM ؟ احسب الطول الموجي مع وجود نسبة عدم يقين تساوي 1mm

$\lambda_1 = \frac{c}{f_1} = \frac{3\times10^8}{91.1\times10^6} = 3.293\ m = 3293\ mm$

$\lambda_2 = \frac{c}{f_2} = \frac{3\times10^8}{91.3\times10^6} = 3.286\ m = 3286\ mm$

$\lambda_3 = \frac{c}{f_3} = \frac{3\times10^8}{91.5\times10^6} = 3.279\ m = 3279\ mm .$

$\Delta\lambda_{1,2} = 2\Delta\lambda = 2(\lambda_1 - \lambda_2) = 2(3293 - 3286) =$

$= 14\ mm .$

$\Delta\lambda_{2,3} = 2\Delta\lambda = 2(\lambda_2 - \lambda_3) = 14\ mm$

$\Delta\lambda = 14\ mm .$

MR Osama Alnahawi

11.4 متجه بوينتنج ونقل الطاقة

يتم تحديد **معدل نقل الطاقة** بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية بدلالة المتجه $(\vec{S})$ من خلال المعادلة .

$$\vec{S}=\frac{1}{\mu_0}\vec{E}\times\vec{B}$$

$E=cB$ ✗

ويرتبط المجال الكهربائي بالمجال المغناطيسي بالعلاقة $C=\frac{E}{B}$ وبالتالي $B=\frac{E}{C}$ وبالتالي يمكن تحديد **القدرة اللحظية لكل وحدة مساحة** بالمعادلة

$$S=\frac{1}{c\mu_0}E^2$$

تسمى هذة الكمية متجه بونتنج ويرتبط مقدار $(\vec{S})$ بالمعدل اللحظي لنقل الطاقة عن طريق الموجات الكهرومغناطيسية ويمكن تعيينه بدلالة القدرة اللحظية لكل وحدة مساحة من خلال المعادلة التالية :

$$S=|\vec{S}|=\left(\frac{\text{القدرة}}{\text{المساحة}}\right)_{\text{اللحظية}} \qquad S=\frac{P}{4\pi r^2}$$

*يمكن الان التعويض بصيغة جيبية عن المجال الكهربائي $E=E_{max}\sin(\kappa x-\omega t)$ فنحصل على تعبير **للقدرة المنقولة (الشدة – I)** $I=\frac{P}{A}$

$E_{rms}=E_{max}/\sqrt{2}$. حيث

$$I=S_{ave}=\left(\frac{\text{power}}{\text{area}}\right)_{ave}=\frac{1}{c\mu_0}\left[E_{max}^2\sin^2(\kappa x-\omega t)\right]_{ave}. \qquad I=\frac{1}{c\mu_0}E_{rms}^2,$$

$I=\frac{E_m^2}{2c\mu_0}$

ويمكن تحديد **كثافة الطاقة** للمجال الكهربائي والمغناطيسي من العلاقات التالية :

$$u_E=\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 \qquad u_B=\frac{1}{2\mu_0}B^2$$

MR Osama Alnahawi

سؤال (14) يُصدر مصدر ضوئي نقطي أحادي اللون 1.5W من الطاقة الكهرومغناطيسية بشكل منتظم في جميع الاتجاهات . أوجد متجه بوينتنج عند نقطة تقع في المواقع التالية :

a) على بعد 0.30m من المصدر

b) على بعد 1.00m من المصدر

a) $S = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$

$= \frac{1.5}{4\pi(0.3)^2}$

$= 1.3 \ w/m^2$

b) $S = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$

$= \frac{1.5}{4\pi(1)^2}$

$= 0.12 \ w/m^2$

سؤال (15) فكر في الكترون في ذرة هيدروجين يبعد (0.050nm) عن البروتون في النواة

a) ما المجال الكهربائي الذي يتعرض له الالكترون ؟

b) لإنتاج مجال كهربائي له قيمة فعالة تساوي القيمة الفعالة للمجال المذكور في الجزء (a) ما شدة ضوء الليزر التي يجب توفرها ؟

a) $E = \frac{kq}{r^2}$

$= \frac{9\times10^9 \times 1.6\times10^{-19}}{(0.05\times10^{-9})^2}$

$= 5.76\times10^{11} \ v/m$

b) $I = \frac{1}{\mu_0 c} E_{rms}^2$

$= \frac{(5.76\times10^{11})^2}{4\pi\times10^{-7}\times3\times10^8}$

$= 8.8\times10^{20} \ w/m^2$

سؤال (16) يُستخدم ليزر ثاني أكسيد الكربون بقدره (3.00kW) في اللحام بالليزر . إذا كان قطر الشعاع يبلغ (1.00mm) . فما القيمة العظمى للمجال الكهربائي في الشعاع ؟

$I = \frac{P}{A} = \frac{3\times10^3}{\pi(0.5\times10^{-3})^2} = 3.82\times10^9 \ w/m^2$

$I = \frac{E_{rms}^2}{\mu_0 c} \Rightarrow E_{rms}^2 = I\mu_0 c$

$\Rightarrow E_{rms} = \sqrt{I\mu_0 c} = \sqrt{3.82\times10^9 \times 4\pi\times10^{-7}\times3\times10^8}$

$= 1.2\times10^6 \ v/m$.

$E_m = \frac{E_{rms}}{0.707} = \frac{1.2\times10^6}{0.707} = 1.7\times10^6 \ v/m^2$.

يمكن الحل مباشرة باستخدام $I = \frac{E_m^2}{2\mu c}$ *

سؤال (17) افترض أن الشحنات على هوائي ثنائي القطب تتذبذب ببطء بمعدل (1.0 rev/s) ، وأنّ الهوائي يشع موجات في الفراغ إذا قاس شخص المجال المغناطيسي المتغير بمرور الزمن في المنطقة ووجد أنّ الحد الأقصى له يساوي (1.0 mT)

a) ما الحد الأقصى للمجال الكهربائي بوحدة (V/m)

$$E_m = C B_m$$
$$= 3\times10^{8} \times 1\times10^{-3} = 3\times10^{5} \text{ V/m}$$

b) ما الزمن الدوري لتذبذب الشحنة ؟

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1} = 1 \text{ (s)}$$

عدد الدورات في الثانية الواحدة

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 \text{ Hz}$$

ω = 1 دورة/s
$= 1\times2\pi$ /s
$= 2\pi$ rad/s

c) ما مقدار متجه بوينتنج ؟

$$S = \frac{1}{\mu_0} E_m B_m$$
$$= \frac{3\times10^{5} \times 1\times10^{-3}}{4\pi\times10^{-7}} =$$
$$= 2.39\times10^{8} \text{ W/m}^2$$

سؤال (18) موجه كهرومغناطيسية سعة مجالها الكهربائي (E_m = 100 V/m) احسب متوسط قيمة متجه بوينتنج ؟

$$S_{avg} = \frac{E_{rms}^2}{\mu_0 c} = \frac{E_m^2}{(\sqrt{2})^2 \mu_0 c} = \frac{E_m^2}{2\mu_0 c}$$
$$= \frac{(100)^2}{2\times4\pi\times10^{-7}\times3\times10^{8}} = 13.3 \text{ W/m}^2$$

$E_{rms} = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$

a) ما متوسط كثافة الطاقة لهذه الموجة بوحدة (J/m^3) ؟ (U)

$$U = \frac{1}{2}\epsilon_0 E_m^2$$
$$= \frac{1}{2}\times8.85\times10^{-12}\times(100)^2$$
$$= 4.43\times10^{-8} \text{ J/m}^3$$

b) ما القيمة العظمى للمجال المغناطيسي ؟ (B_m)

$$E_m = C B_m$$
$$B_m = \frac{E_m}{C} = \frac{(100)}{3\times10^{8}} = 3.3\times10^{-7} \text{ T}$$

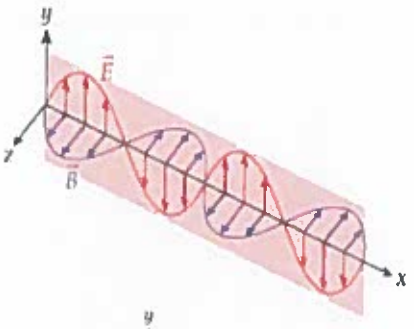
MR Osama Alnahawi

11.5 ضغط الإشعاع

القسم (11.5) للمطالعة الذاتية

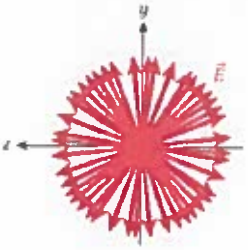
11.6 الاستقطاب

الاستقطاب : هو إنتاج ضوء يتذبذب في مستوى واحد فقط .



*يمكن تصور إستقطاب الموجه الكهرومغناطيسية من خلال النظر الى متجه المجال الكهربائي للموجه في المستوى (YZ) والذي سيكون متعامداً مع اتجاه حركة الموجه على المحور (X) .

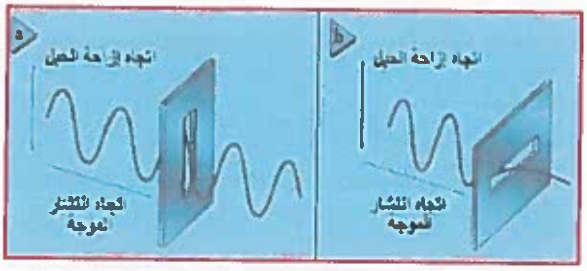
*يتذبذب المجال الكهربائي في اتجاه واحد فقط ((من اتجاه +y الى اتجاه -y ثم يعود مكرراً الحركة))



* من الأمثلة على الضوء غير المستقطب (ضوء الشمس – المصابيح المتوهجة) ويمكن تمثيل الضوء من المصدر غير المسقطب كما في الشكل .

* إذا كان ناتج الإستقطاب في (z) أكبر من (y) فإن الضوء سيكون مستقطباً جزئياً في (z) .

* يُمكن تبسيط الإستقطاب بدراسة الشكل التالي :



- الشكل (a) تمر الموجه خلال المرشح لأن اتجاه اهتزاز الموجه موازٍ للشق (محور الاستقطاب) .

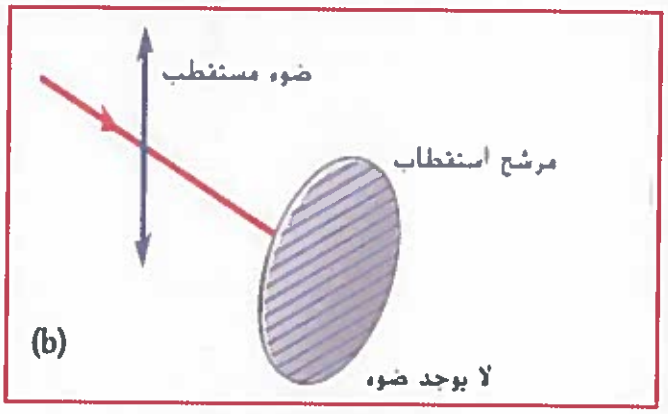
- الشكل (b) لا تمر الموجه خلال المرشح لأن اتجاه اهتزاز الموجه متعامد مع الشق (محور الاستقطاب)

يكون للضوء غير المستقطب الذي شدته (I_0) مركبات متساوية . ولكن بعد المرور من مرشح استقطاب عمودي يتبقى لمركبة (Y) ويتم تحديد شدة الضوء (I) المار عبر مرشح الاستقطاب بالمعادلة :

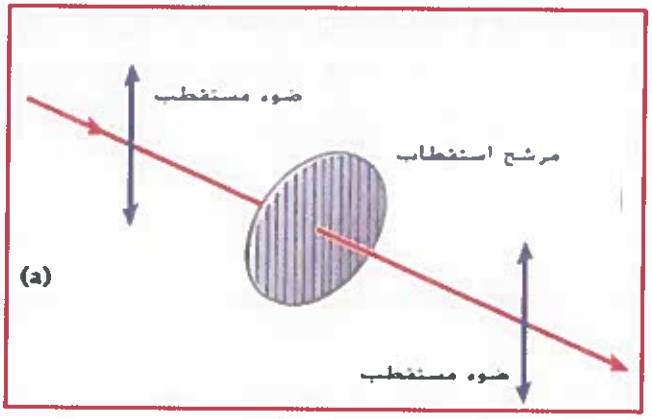
$$I = \frac{1}{2} I_0$$

ملاحظة: الضوء غير المستقطب يفقد نصف شدته عند مروره من مرشح استقطاب .

MR Osama Alnahawi



إذا كانت زاوية الإستقطاب لمرشح الاستقطاب متعامدة على الضوء المستقطب فلن يتم تمرير أي ضوء .



إذا كان مرشح الاستقطاب موازياً لاتجاه الضوء المستقطب الساقط فسيتم إمرار كل الضوء بالاستقطاب الأصلي .

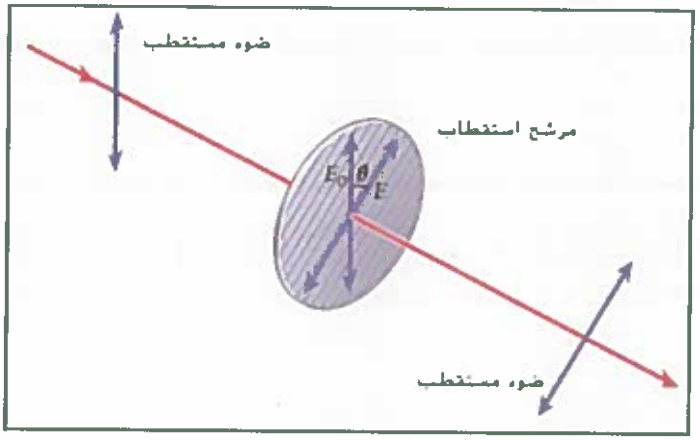
عندما يسقط الضوء المستقطب على مرشح الاستقطاب **بزاوية مع المرشح** يتم تحديد المجال الكهربائي المنقول من خلال $E = E_0 \cos\theta$ حيث E_0 مقدار المجال الكهربائي للضوء المستقطب الساقط

- يُمكن تحديد شدة الضوء I_0 قبل المرور من مرشح الاستقطاب

$$I_0 = \frac{1}{c\mu_0} E_{rms}^2 = \frac{1}{2c\mu_0} E_0^2$$

- وبعد مرور الضوء من مرشح الاستقطاب يتم تحديد الشدة I

$$I = \frac{1}{2c\mu_0} E^2$$



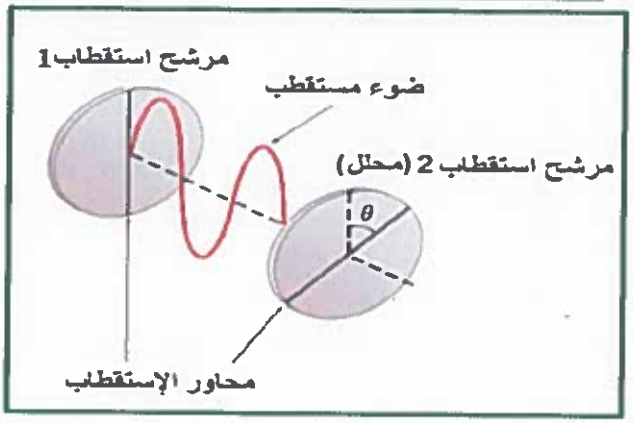
MR Osama Alnahawi

"قانون مالوس في الإستقطاب" يستخدم في الأضواء **المستقطبة فقط** .

((شدة الضوء الخارج من المرشح الثاني I تساوي شدة الضوء الخارج من مرشح الاستقطاب الأول I_0 مضروباً في مربع جيب تمام الزاوية المحصورة بين محوري استقطاب المرشحين))

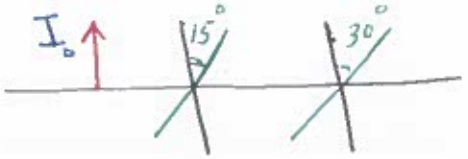
$$I = \frac{1}{2c\mu_0}E^2 = \frac{1}{2c\mu_0}\left(E_0\cos\theta\right)^2 = I_0\cos^2\theta$$

$$I = I_0\cos^2\theta_1\cos^2\theta_2$$



سؤال (**19**) مرشحا استقطاب **الأول** يميل بزاوية استقطاب (15.0°) و**الثاني** بزاوية (30.0°) .
إذا مر ضوء شدته ($1.00W/m^2$) عبر المرشحين . فما **شدة الضوء** النافذ ؟

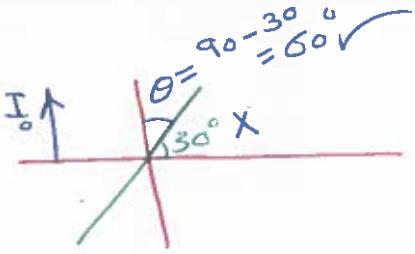
$I = I_0\cos^2\theta_1\cos^2\theta_2$
$= (1)\cos^2(15)\cos^2(30)$
$= (1)\cos(15)^2\cos(30)^2$ في الآلة الحاسبة
$= 0.6998\ w/m^2$



سؤال (**20**) يمر شعاع ليزر مستقطب رأسياً تبلغ شدته ($10.0mW/m^2$) عبر مرشح استقطاب زاوية استقطابه (30.0°) من المستوى الأفقي . فما **شدة شعاع** الليزر لدى خروجه من مرشح الإستقطاب ؟

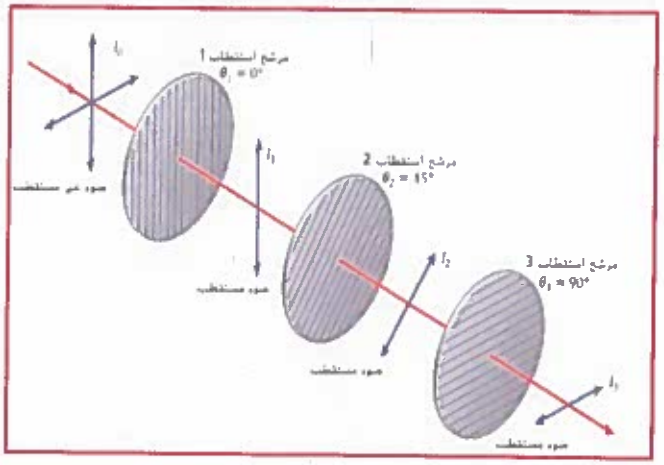
$I_0 \times 10^{-3}$ — I

$I = I_0\cos^2\theta$
$= 10\times10^{-3}\cos^2(60)$
$= ((10\times10^{-3}\cos(60)^2))$ الحاسبة
$= 2.5\times10^{-3}\ w/m^2$



MR Osama Alnahawi
MR Osama Alnahawi

سؤال (21) افترض أن الضوء غير المستقطب الذي شدته (I_0) يسقط في البداية على أول مرشح استقطاب من المرشحات الثلاثة .



1) ما شدة الضوء بعد مروره بالمرشح **الأول** ؟

$$I_1 = \frac{1}{2} I_0$$

2) ما شدة الضوء بعد مروره بالمرشح **الثاني** ؟

$$I_2 = I_1 \cos^2(45-0)$$
$$= \left(\frac{1}{2} I_0\right) \cos^2(45) = \frac{1}{4} I_0$$

3) ما شدة الضوء بعد مروره بالمرشح **الثالث** ؟

$$I_3 = I_2 \cos^2(90-45)$$
$$= \left(\frac{1}{4} I_0\right) \cos^2(45)$$
$$= \frac{1}{8} I_0$$

- لحساب شدة الضوء لعدد من المرشحات نستخدم العلاقة $I_n = \frac{1}{2} I_o (\cos^2 \theta)^{n-1}$

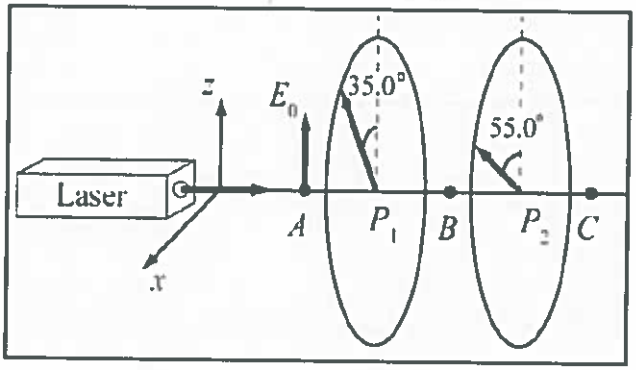
سؤال (22) سقط ضوء غير مستقطب شدته I_0 على مجموعة من خمسة ($n=5$) مرشحات استقطاب تم تدوير اتجاه استقطاب كل منها بمقدار ($\theta = 10.0°$) عن اتجاه استقطاب المرشح السابق . ما **النسبة** من الضوء الساقط الذي سيمر عبر السلسلة ؟

$$I_n = \frac{1}{2} I_o (\cos^2\theta)^{n-1}$$
$$\text{OR} = \frac{I_o (\cos\theta)^{2n-2}}{2}$$
$$= \frac{I_o (\cos(10))^{2\times5-2}}{2}$$
$$= \frac{I_o (\cos(10))^{8}}{2} = 0.4424\, I_o$$

MR Osama Alnahawi

سؤال (23) ينتج ليزر ضوءاً مستقطباً في الاتجاه العمودي . ينتقل الضوء في الاتجاه (y+) ويمر عبر مرشحي استقطاب بزاويتي استقطاب(35.0°) و(55.0°) من الاتجاه العمودي . يتم موازاة شعاع ليزر له مقطع عرضي دائري قطره (1.00mm) . وقدرته المتوسطة تبلغ (15.0mW) عند النقطة (A) .

$P_{avg} = \times 10^{-3}$ $\quad r = 0.5\times10^{-3}\,m$



أوجد ما يلي عند النقطة (C) :

1) شدة ضوء الليزر ؟

2) القيمة القصوى للمجال الكهربائي ؟

3) القيمة القصوى للمجال المغناطيسي ؟

1) $I_0 = \frac{P}{A} = \frac{P}{\pi r^2} = \frac{15\times10^{-3}}{\pi(0.5\times10^{-3})^2} = 1.91\times10^{4}\ w/m^2$

عند النقطة C $\quad I_2 = I_0 \cos^2\theta_1 \cos^2(\theta_2 - \theta_1)$

$= 1.91\times10^{4} \cos^2(35) \cos^2(55-35)$

$= 1.13\times10^{4}\ w/m^2$

2) $I = \frac{E_m^2}{2\mu_0 c}$

$E_m^2 = 2\mu_0 c I \Rightarrow E_m = \sqrt{2\mu_0 c I}$

$= \sqrt{2\times4\pi\times10^{-7}\times3\times10^{8}\times1.13\times10^{4}}$

$= 2.92\times10^{3}\ V/m$

3) $B_m = \frac{E_m}{c}$

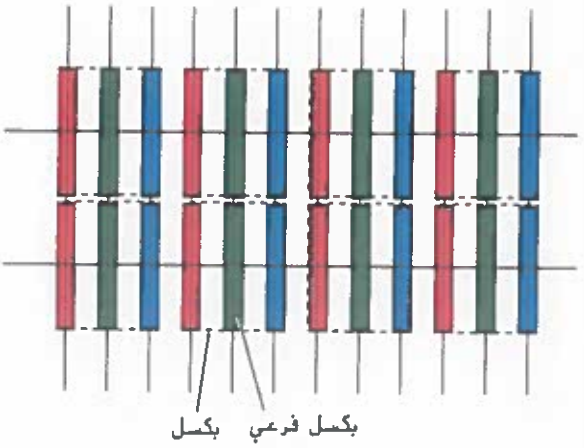
$= \frac{2.92\times10^{3}}{3\times10^{8}}$

$= 9.73\times10^{-6}\ T$

MR Osama Alnahawi

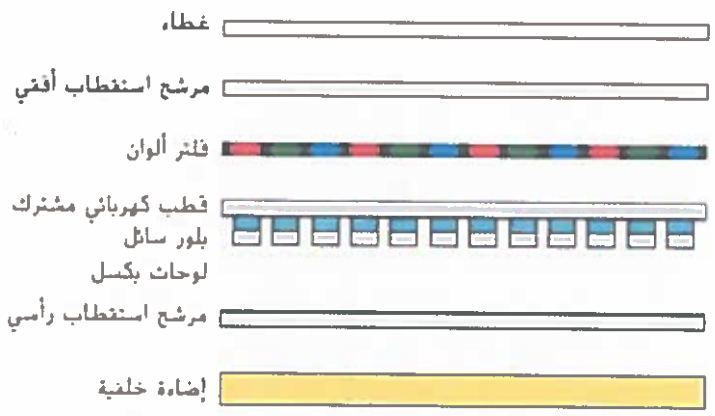
تطبيقات الإستقطاب

1. تستخدم في النظارات الشمسية لتخفيف حدة التوهج.
2. تُجرى الاختيارات الفيزيائية عن طريق فلاتر تحتوي على مادة **مستقطبة** للضوء تتلون وتتغير تبعًا لتغير حركة الفلاتر ومرور الضوء من خلالها.
3. تستخدم في مجال الترفيه وعرض الأفلام في دور السينما.
4. تدخل في إنتاج الأفلام ثلاثية الأبعاد ، والتي تكون بعرض فيلمين في وقت واحد من جهازي عرض مختلفين
5. يمكن عن طريقها الكشف عن العيوب الداخلية في مادة العدسات أو الألواح الزجاجية أيضا
6. يمكن التعرف على المواد باستخدام جهاز مقياس الاستقطاب وتستخدم في تحسين الصور في التصوير الفوتوجرافي وعمل شاشات العرض LCD للساعات والحسابات والتلفزيون وقياس درجات الحرارة وعمل التوزيع الحرارى لجسم ما .



منظر أمامي لمجموعة فرعية من وحدات البكسل

ووحدات البكسل الفرعية على شاشة LCD



منظر علوي للطبقات التي تشكل شاشة LCD

11.7 اشتقاق المعادلة الموجية

القسم (11.7) للمطالعة الذاتية

MR Osama Alnahawi