

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z



كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الثانية

اسئلة ووراك محلولة

اهتزازات واماواج

A 2 Z LIBRARY

مكتبة A to Z : Facebook Group

كلية العلوم (فيزياء ، كيمياء ، رياضيات ، علم الحياة)

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app) على الرقم 0931497960 TEL:

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

مقرر الاهتزازات والأمواج - س ² ف		جامعة طرابلس
الدرجة: 70 (سبعون)		كلية العلوم
مدة الامتحان ساعتان		قسم الفيزياء
اسم الطالب:		العام الدراسي 2024-2025م الفصل الدراسي الأول

10 - 2 - 2025

أجب عن الأسئلة التالية:

السؤال الأول (12 درجة):

1- عرّف المجال الصوتي والمجال دون الصوتي؟

2- سرعة الصوت في الغازات تتغير بتغير عدّة عوامل، عدّها؟

السؤال الثاني (24 درجة):

- يُعطى الانتقال الأني لجسيم يتحرك حركة توافقية بسيطة بالمعادلة: $x = 12 \sin \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right]$ حيث x تُقَدَّر بالسنتيمتر. والمطلوب: حساب مايلي:
- 1- السعة. 2- التردد. 3- الدور. 4- زاوية الطور البدئي. 5- زاوية الطور في اللحظة $t = 5 \text{ sec}$.
 - 6- فرق الطور بين موضعين للجسيم يفصلهما فترة زمنية قدرها 15 sec .
 - 7- الانتقال والسرعة والتسارع في اللحظة $t = 1.25 \text{ sec}$.
 - 8- النهاية العظمى للانتقال والسرعة والتسارع.

السؤال الثالث (14 درجة):

- يهتز وتر مشدود بحركة اهتزازية توافقية بسيطة تواترها (250 Hz) وسعتها (2.6 m) وذلك عندما نطبق عليه قوة شد مقدارها (140 N) من أحد طرفيه. فإذا كانت النهاية الأخرى للوتر مزاحة نحو الأعلى بمقدار (1.6 m) وكانت الكتلة الخطية للوتر تساوي (0.12 Kg/m) أوجد مايلي:
- 1- طول الموجة المتشكلة؟ 2- اكتب معادلة الموجة التي تصف الموجة المستقرة؟

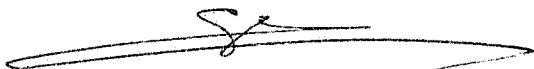
السؤال الرابع (20 درجة):

- 1- للضوء المستقطب ثلاثة أنواع، عدّها وعرّف واحداً منها؟
- 2- عدد شروط حادثة التداخل بين موجتين ضوئيتين وحيدتي اللون لهما التواتر الزاوي نفسه ومتفقتان بالطور؟
- 3- تحدّث عن مبدأ هايفنز فريزل موضحاً ذلك بالرسم؟

مدرسة المقرر: د. سمر عمران

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

يُسمح باستخدام الآلة الحاسبة



الجواب الأول (17 درجة):

1- المجال الصوتي: يتراوح تردده بين $(20 - 20000)Hz$ ، يُسمى التردد المسموع والذي له طول موجي يتراوح بين $m(0.017 - 17)$. تجدر الإشارة إلى أنَّ الأذن البشرية تتألم إذا كانت الترددات أدنى من $100Hz$ وأعلى من $15000Hz$. وللحصول على أمواج صوتية ذات ترددات موافقة لسمع الإنسان، يُفضل استخدام أبواق أنصاف أقطارها كبيرة، لأنها تولد أمواجاً كروية تنتشر بشكل متساوي في جميع الاتجاهات. (3 درجة)

2- المجال دون الصوتي: الذي تردده $20Hz >$ ، وتحدث أثناء الزلازل كما تنتج عن حركة المواد المنصهرة، تسمعها بعض الحيوانات كالأبقار والأرانب وتحسها الأفاعي بجلدها أثناء حركتها بالحركة الاهتزازية لهذه الأمواج. (2 درجة)

2- سرعة الصوت في الغازات فتنغير بتغير عدة عوامل منها: لكل تعداد (3 درجة)

- أ- الضغط، فإذا فرضنا أنَّ درجة الحرارة ثابتة، فإنَّ تغير الضغط يؤدي إلى تغير الكثافة، مما يؤدي إلى ثبات المقدار P/ρ .
- ب- تزداد سرعة الصوت بزيادة درجة الحرارة، حيث إنَّ تغيراً في درجة الحرارة بمقدار 10 درجات مئوية يؤدي إلى تغير سرعة الصوت بحوالي $6m/s$ ، ويؤدي ذلك إلى تغير الكثافة، لذلك فإنَّ سرعة الصوت تتغير في طبقات الجو العليا.
- ت- تتغير سرعة الصوت مع اتجاه الرياح، فيجب أن تزداد أو تتناقص وفق كون الرياح موافقة أو معاكسة لاتجاه الصوت.
- ث- تتغير سرعة الصوت مع الكتلة المولية للغاز (الوزن الجزيئي للغاز M)، ذلك لأن الذرات والجزيئات تقوم بنقل الصوت.

الجواب الثاني (29 درجة):

من نص المسألة لدينا الانتقال الآتي للجسيم يُعطى بالعلاقة:

$$x = 12 \sin \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right] \quad (1)$$

ولدينا من المعادلة التي تُمثِّل الحلَّ العام لمعادلة الحركة التوافقية البسيطة:

$$\underline{x = A \sin(wt + \varphi)} \text{ (درجة 2)}$$

(2)

بمقارنة العلاقتين (1) و (2)، نجد:

1- السعة تساوي: $A = 12 \text{ cm}$ (درجة 2)

2- التواتر الزاوي يساوي: $w = \frac{2\pi}{10}$ ، ومن العلاقة بين التواتر الزاوي والتواتر الخطي (التردد) لدينا:

$$w = 2\pi\nu \Rightarrow \underline{\nu = \frac{w}{2\pi} = 0.1 \text{ Hz}} \text{ (درجة 2)}$$

3- الدور: $T = \frac{1}{\nu} = 10 \text{ sec}$ (درجة 2)

4- إن زاوية طور الحركة هي $(wt + \varphi)$ ، وزاوية الطور البدئي نحصل عليها بوضع $t = 0$ ، أي أن

الطور البدئي يساوي إلى: $\varphi = \frac{\pi}{4}$ (درجة 2)

5- طور الحركة في اللحظة $t = 5 \text{ sec}$ يساوي:

$$(wt + \varphi) = \left(\frac{2\pi}{10}\right) 5 + \frac{\pi}{4} = \pi + \frac{\pi}{4} \text{ (درجة 2)}$$

6- طور الحركة في اللحظة $t = 0$ يساوي: $\frac{\pi}{4}$ ، وطور الحركة في اللحظة $t = 15 \text{ sec}$ يساوي:

$$(wt + \varphi) = \left(\frac{2\pi}{10}\right) 15 + \frac{\pi}{4} = 3\pi + \frac{\pi}{4} \text{ (درجة 2)}$$

وعليه فرق الطور بين الموضعين هو الفرق بين الزاويتين ويساوي 3π (درجة 1)

7- الانتقال x في اللحظة $t = 1.25 \text{ sec}$ يساوي:

$$x = 12 \sin \left[\left(\frac{2\pi}{10}\right) 1.25 + \frac{\pi}{4} \right] = 12 \text{ cm} \text{ (درجة 2)}$$

السرعة في اللحظة $t = 1.25 \text{ sec}$ تساوي:

$$v = \frac{dx}{dt} = wA \cos(wt + \varphi) = 12 \left(\frac{2\pi}{10}\right) \cos \left[\left(\frac{2\pi}{10}\right) \times 1.25 + \frac{\pi}{4} \right] = 0 \text{ (درجة 2)}$$

مما يشير إلى أن انتقال الجسم في هذه اللحظة يكون في نهايته العظمى لأن سرعة الجسم معدومة.

التسارع في اللحظة $t = 1.25 \text{ sec}$ يساوي:

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -w^2 A \sin(wt + \varphi) = -w^2 x = -\left(\frac{2\pi}{10}\right)^2 \times 12 = -4.73 \text{ cm/sec}^2 \text{ (درجة 2)}$$

إشارة السالب تعني أن اتجاه التسارع يعاكس اتجاه الانتقال، أي التسارع يتجه نحو موضع التوازن.

8- النهاية العظمى للانتقال تحدث عندما: $\sin \left[\left(\frac{2\pi}{10}\right) t + \frac{\pi}{4} \right] = 1$ وهذا يعني أن أقصى انتقال لـ x

يساوي قيمة السعة 12 cm (درجة 2).

النهاية العظمى للسرعة تحدث عندما: $\cos \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right] = 1$ وتساوي
 $v = 12 \left(\frac{2\pi}{10} \right) = 7.53 \text{ cm/sec}$ وهذه السرعة تحدث عندما يكون الجسم في مركز التوازن، أي عندما
 $x = 0$ (2 درجة)

النهاية العظمى للتسارع تحدث عندما: $\sin \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right] = 1$ وتساوي
 $a = -12 \left(\frac{2\pi}{10} \right)^2 = -4.73 \text{ cm/sec}^2$ (2 درجة)

الجواب الثالث (22 درجة):

-1

$$(2 \text{ درجة}) v = \sqrt{\frac{F_T}{m}} = \sqrt{\frac{140}{0.12}} = 34.15 \text{ m/sec}$$

$$\Rightarrow (2 \text{ درجة}) \lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{34.15}{250} = 0.136 \text{ m}$$

-2 تُعطى معادلة الموجة المتحركة نحو اليمين بالعلاقة التالية:

$$y = y_0 \sin(Kx - \omega t + \phi) \text{ (2 درجة)}$$

بتعويض معطيات المسألة في معادلة الموجة في اللحظة (t = 0) نجد:

$$1.6 = 2.6 \sin(\phi) \Rightarrow \phi = \sin^{-1} \left(\frac{1.6}{2.6} \right) \cong 38^\circ = 38 \times \frac{\pi}{180} = 0.66 \text{ rad} \text{ (2 درجة)}$$

$$(2 \text{ درجة}) \omega = 2\pi\nu = 2\pi \times 250$$

$$= 1570 \text{ rad/s} \text{ (2 درجة)}$$

$$\Rightarrow (2 \text{ درجة}) K = \frac{2\pi}{\lambda} = 46.19 \text{ m}^{-1} \text{ (2 درجة)}$$

نعوض في معادلة الموجة نجد:

$$y = 2.6 \sin((46.19)x - 1570t + 0.66) \text{ (2 درجة)}$$

الجواب الرابع (22 درجة):

1- يُصنّف الضوء المستقطب إلى ثلاث مجموعات حسب اتجاه شعاع الحقل الكهربائي خلال الانتشار وحسب قيم مركبات شعاع الحقل الكهربائي (E_x ، E_y) وفرق طور δ

- (6 درجات) $\left\{ \begin{array}{l} \text{i. استقطاب خطي (Linear polarization).} \\ \text{ii. استقطاب دائري (Circular polarization).} \\ \text{iii. استقطاب إهليلجي (Elliptical polarization).} \end{array} \right.$

إن عرّف الطالب أحد هذه الأنواع يأخذ (4 درجات)

يُقال عن الضوء إنه:

مستقطب خطياً إذا اقتصر اتجاه شعاع الحقل الكهربائي خلال الانتشار على اتجاه واحد فقط (أي بمعنى أن الحقل الكهربائي يهتز وفق خط مستقيم)، وبالتالي لا يوجد فرق طور بين مركبات الحقل الكهربائي (أي $\delta = 0, \pi$).

مستقطب دائرياً عندما ترسم نهاية متجه الحقل الكهربائي دائرة، وبالتالي فرق الطور ثابت ($\delta = 90^\circ$)، وسعتي مركبات الحقل الكهربائي هي نفسها ($E_x = E_y$).

إذا نظرنا إلى هذه الدائرة مستقبليين الضوء الذي ينتشر نحونا، وكانت نهاية متجه الحقل الكهربائي ترسم الدائرة باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة فإننا نقول إن الاستقطاب الدائري يميني، أما إذا كانت نهاية متجه الحقل الكهربائي ترسم الدائرة باتجاه دوران عقارب الساعة فإننا نقول إن الاستقطاب الدائري يساري.

مستقطب إهليلجياً عندما ترسم نهاية متجه الحقل الكهربائي إهليلج (قطع ناقص) وذلك من أجل جميع القيم الأخرى لـ E_x ، E_y ، δ .

بالطريقة السابقة نفسها إذا نظرنا إلى الإهليلج مستقبليين الضوء الذي ينتشر نحونا، كانت نهاية متجه الحقل الكهربائي ترسم الإهليلج باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة فإننا نقول إن الاستقطاب الإهليلجي يميني، أما إذا كانت نهاية متجه الحقل الكهربائي ترسم الإهليلج باتجاه دوران عقارب الساعة فإننا نقول إن الاستقطاب الإهليلجي يساري.

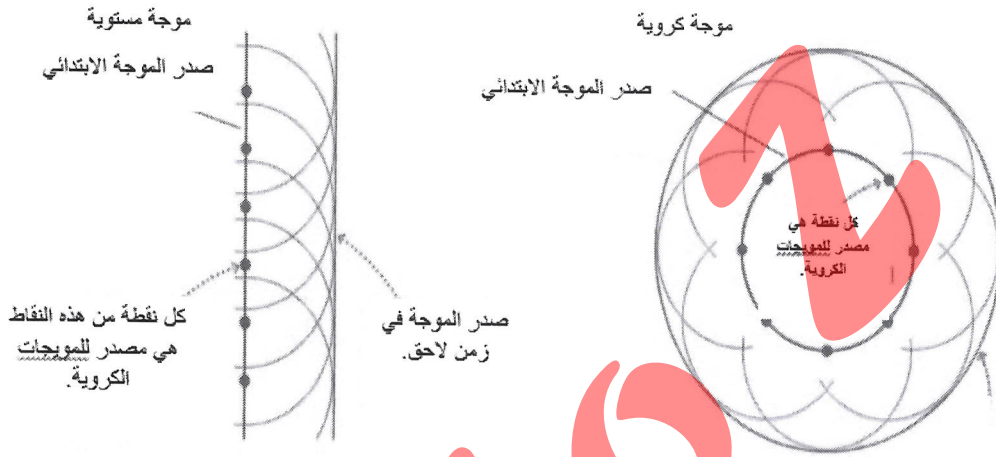
2- لحدوث التداخل يجب أن تحقق الموجتان (ترابطاً زمنياً ومكانياً)، أي يجب توفر الشروط التالية:

(5 درجة)

- الموجة الضوئية الصادرة من أحد المنبعين هي نفسها الصادرة من المنبع الآخر.
- الموجة الضوئية وحيدة اللون.

- أن تصدر الأمواج الضوئية عن المنبعين في آن واحد.
- منابع الضوء نقطية.
- أن تحافظ الموجتان الصادرتان من المنبعين على فرق طور ثابت بينهما.

3- مبدأ هاينز - فريزل (Huygens-Fresnel principle) الذي يفترض: بأن كل نقطة من صدر الموجة تُعد منبعاً ثانوياً جديداً يُصدر موجات كروية، تتداخل الموجات الصادرة من هذه المنابع الثانوية والمتناظرة بالنسبة لمركز الثقب النقطي لتشكل أهداب الانعراج التي نشاهدها على شاشة المراقبة، علماً أن هذه الموجات لها نفس تردد وسرعة الموجة الابتدائية. (5 درجة) + الرسم (2 درجة)



مدرسة المقرر: د. سمر عمران

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

جامعة طرطوس	 13-7-2024	مقرر الاهتزازات والأمواج - س ² ف
كلية العلوم		الدرجة: 90 (تسعون)
قسم الفيزياء		مدة الامتحان ساعتان
العام الدراسي 2023-2024م الفصل الدراسي الثاني		اسم الطالب:

السؤال الأول (12 درجة):

عرف كلاً مما يلي: قرينة الانكسار لوسط ما، الضوء المستقطب دائرياً، المجال الصوتي، التداخل الهدام، منابع المترابطة، الأمواج العرضانية.

السؤال الثاني (20 درجة):

أولاً: برهن أن الموجة المعرفة بالعلاقة $S(x, t) = f(vt - x)$ هي موجة مستوية؟

ثانياً: تُعطى معادلة الحركة الاهتزازية المتخامدة في نظام ميكانيكي بالصيغة التالية $\frac{d^2y}{dt^2} + (w_0^2 - \gamma^2)y = 0$ حيث γ عامل تخامد الجملة، والمطلوب: 1- ناقش الحالة التي من أجلها ينشأ التخماد.

2- ناقش حالة التخماد الحرج.

السؤال الثالث (25 درجة):

أولاً: اشرح مبدأ هايفنز فريزل موضعاً ذلك بالرسم؟

ثانياً: إذا علمت أن طول موجة الضوء الأحمر الصادر من ليزر الهيليوم- نيون تساوي $633nm$ في الهواء، و $474nm$ في الخلط المائي للعين البشرية. المطلوب:

1- احسب قرينة انكسار الخلط المائي؟

2- سرعة وتردد الضوء في هذه المادة؟

السؤال الرابع (13 درجة): يهتز وتر مشدود بحركة اهتزازية توافقية بسيطة تواترها (250Hz) وسعتها (2.6m) وذلك عندما تطبق عليه قوة شد مقدارها (140N) من أحد طرفيه. فإذا كانت النهاية الأخرى للوتر مزاحة نحو الأعلى بمقدار (1.6m) وكانت الكتلة الخطية للوتر تساوي (0.12Kg/m) أوجد مايلي:

1- طول الموجة المتشكلة؟ 2- اكتب معادلة الموجة التي تصف الموجة المستقرة؟

السؤال الخامس (20 درجة):

1- عدد شروط حادثة التداخل بين موجتين ضوئيتين وحيدتي اللون لهما التواتر الزاوي نفسه ومتفقتان بالطور؟

2- في تجربة تداخل موجتين بواسطة شقين يبعدان عن بعضهما بعضاً مسافة 0.2mm ويبعدان عن الحاجز مسافة 1m، يبعد الهدب المضيء الثالث $m=3$ عن الهدب المركزي مسافة 9.49mm، أوجد طول موجة الضوء المستخدم؟

3- أعد المسألة السابقة إذا علمت أن الهدب المضيء الثالث يبعد عن الهدب المركزي مسافة

$$y_3 = y_m = 7.5mm$$

ماذا تستنتج؟

مدرسة المقرر: د. سمر عمران

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

يسمح باستخدام الآلة الحاسبة



الجواب الأول (12 درجة): (لكل تعريف 2 درجة):

قرينة الانكسار المطلقة لوسط ما: بالنسبة لشعاع وحيد اللون بأنها نسبة سرعة الضوء في الخلاء إلى سرعته في وسط الانتشار أي: $n = \frac{c}{v}$ ، وبما أنَّ سرعة الضوء في الخلاء أكبر منها في الوسط (في كل مجال الضوء المرئي) فإنَّ قرينة الانكسار هي دائماً أكبر من الواحد وتابعة لتواتر الضوء المستخدم، أو قرينة الانكسار هي نسبة طول الموجة في الخلاء إلى طول الموجة في وسط الانتشار $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$.

الضوء المستقطب دائرياً نقول عن الضوء أنه مستقطب دائرياً عندما ترسم نهاية متجه الحقل الكهربائي دائرة، وبالتالي فرق الطور ثابت ($\delta = 90^\circ$)، وسعتي مركبات الحقل الكهربائي هي نفسها ($E_x = E_y$).

المجال الصوتي: يتراوح تردده بين $(20 - 20000)Hz$ ، يُسمى التردد المسموع والذي له طول موجي يتراوح بين $(17 - 0.017)m$. تجدر الإشارة إلى أنَّ الأذن البشرية تتألم إذا كانت الترددات أدنى من $100Hz$ وأعلى من $15000Hz$. وللحصول على أمواج صوتية ذات ترددات موافقة لسمع الإنسان، يفضل استخدام أبواق أنصاف أقطارها كبيرة، لأنها تولد أمواجاً كروية تنتشر بشكل متساوي في جميع الاتجاهات.

التداخل الهدّام: عندما تتلاقى الأمواج على تعاكس في الطور فإنّها تلغي بعضها بعضاً، وتساوي سعة الموجة المحصلة الصفر وهذا ما يسمى بالتداخل الهدّام (أي فرق المسير فيما بينها يساوي عدد فردي من نصف طول الموجة $[r_2 - r_1 = (m + \frac{1}{2})\lambda]$).

المنايع المتماسكة أو المترابطة: هي المنايع الوحيدة اللون التي تهتز بالتردد نفسه وتتصف بعلاقة طور ثابتة يمكن لهذان المنبعان أن يكونا مكبرا صوت يتحكم بهما مضخم واحد أو أنتينا راديو يتحكم بهما جهاز إرسال واحد، أو شقان صغيران في شاشة عاتمة أضيئت بنفس منبع الضوء الوحيد اللون.

الأمواج العرضانية: تسمى الموجة التي تنتشر بحيث يكون اتجاه الاهتزاز عمودياً على اتجاه انتشار الموجة بالموجة العرضانية، ومثال على ذلك: الأمواج التي تنتشر على وتر مشدود، والأمواج التي تنتشر على سطح الماء، وكذلك الأمواج الكهرومغناطيسية بما فيها أمواج الضوء.

الجواب الثاني (20 درجة): (6 درجة للأول، 14 درجة للثاني)

أولاً: لكي تكون الموجة المعرفة بالعلاقة $S(x, t) = f(vt - x)$ موجة مستوية يجب أن تحقق معادلة الانتشار لماكسويل ولذلك سنحسب $\frac{\partial^2 S}{\partial x^2}$ و $\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}$:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = v \dot{f}(vt - x) \quad (1 \text{ درجة})$$

$$\frac{\partial^2 S}{\partial t^2} = v^2 \ddot{f}(vt - x) \quad (1 \text{ درجة})$$

$$\frac{\partial S}{\partial x} = -\dot{f}(vt - x) \quad (1 \text{ درجة})$$

$$\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} = \ddot{f}(vt - x) \quad (1 \text{ درجة})$$

ومنه نجد أن:

$$\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} \quad (1 \text{ درجة})$$

الموجة المذكورة هي موجة مستوية لأنها تحقق معادلة الانتشار لماكسويل $\frac{\partial^2 S}{\partial r^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 S}{\partial t^2}$ (1 درجة)

ثانياً:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + (w_0^2 - \gamma^2)y = 0 \quad (*)$$

هذه المعادلة هي معادلة تفاضلية متجانسة من الدرجة الثانية وحلها يتوقف على إشارة المقدار $w^2 = (w_0^2 - \gamma^2)$ ، ونميز هنا:

- حالة انعدام التخماد وتتميز بكون المقدار $(\gamma = 0)$: تعني هذه الحركة بأن المقاومة التي يعانها المهتز خلال حركته معدومة تماماً، وتقابل هذه الحالة الحركة الاهتزازية الجيبية البسيطة. تأخذ المعادلة (*) الشكل التالي: $\frac{d^2 y}{dt^2} + w_0^2 y = 0$ حلها من الشكل: $y = A \cos(w_0 t + \varphi)$ ، ويُعطى دور الحركة الاهتزازية بالعلاقة: $T_0 = \left(\frac{2\pi}{w_0}\right)$ (4 درجة)

- حالة التخماد الحرج الموافقة للشرط $(w^2 = w_0^2 - \gamma^2 = 0)$:

تمثل هذه الحالة الخاصة الحدّ الفاصل بين سلوكين مختلفين تماماً للمهتز. السلوك الأول: هو سلوك اهتزازي ويبدأ عندما تقل قيمة عامل التخماد γ قليلاً عن قيمة w_0 (2 درجة) السلوك الثاني: هو سلوك غير اهتزازي ويحدث عندما تكون قيمة عامل التخماد γ مساوية أو تزيد عن قيمة w_0 (2 درجة)، والحالة $w_0 = \gamma$ تؤول المعادلة (*) إلى الشكل التالي: $\frac{d^2 y}{dt^2} = 0$ ، وبإجراء تكاملين متتاليين على هذه المعادلة نحصل على حلها الذي يأخذ الشكل: $y = A_1 + A_2 t$ (2 درجة)، حيث A_1 و A_2 ثابتا تكامل حقيقيان يُعينان من شروط البدء للحركة وبالتعويض في المعادلة $x = y e^{-\gamma t}$ نحصل على:

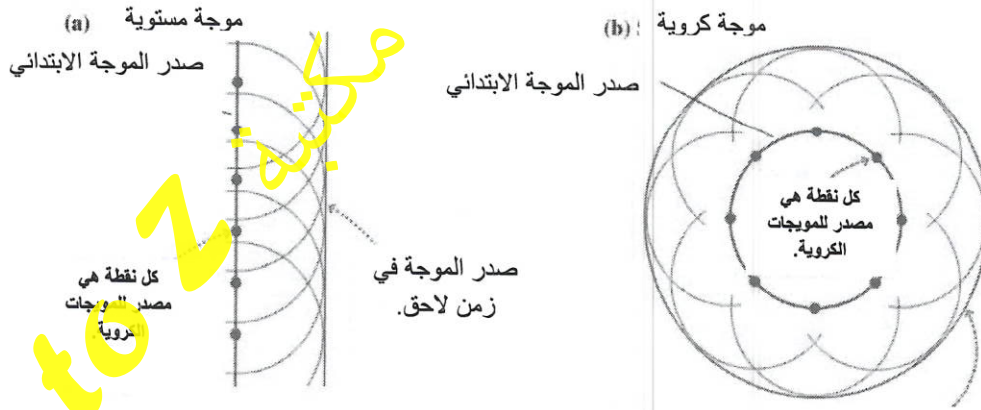
$$x = e^{-\gamma t}(A_1 + A_2 t) \quad (2 \text{ درجة})$$

يُلاحظ أن هذا الحل يُمثل الحالة الحدية، فعندما يزداد عامل التخماد مقترباً من القيمة w_0 ، أي عندما يقترب الزمن الدوري T للاهتزاز المتخامد من اللانهاية $T \rightarrow \infty$ ، إن هذا الحل يصف حركة الجسم في الحالة الحرجة والتي تعني عودة الجسم إلى موضع توازنه بأقل فترة زمنية إذا ما أزيح عن موضع توازنه وترك حرّاً دون أن يصاحب ذلك شكل اهتزازي. (2 درجة)

إنَّ لحالة الحركة الحرجة أهمية عملية كبيرة في تصميم أجهزة القياس العملية التي تتضمن أجزاء متحركة (المنظومات الميكانيكية) كالأذرع أو المؤشرات في أجهزة القياس الكهربائية وغيرها.

الجواب الثالث (25 درجة): أولاً (10 درجة)، ثانياً (15 درجة):

أولاً: مبدأ هاينغز - فريزل (Huygens-Fresnel principle) يفترض: بأنَّ كل نقطة من صدر الموجة تُعد منبعاً ثانوياً جديداً يُصدر موجات كروية، تتداخل الموجات الصادرة من هذه المنابع الثانوية والمتناظرة بالنسبة لمركز الثقب النقطي لتشكل أهداب الانعراج التي نشاهدها على شاشة المراقبة، علماً أنَّ هذه الموجات لها نفس تردد وسرعة الموجة الابتدائية. **(8 درجة) (الرسم 4 درجة)**



الشكل: يشرح مبدأ هاينغز - فريزل في حالة موجتين: (a): موجة مستوية، (b): موجة كروية.

ثانياً:

$$(1 \text{ درجة}) \quad n = \frac{\lambda_0}{\lambda} = \frac{633}{474} = 1.335 \quad (2 \text{ درجة})$$

وهي قيمة قريبة جداً من قرينة انكسار الماء ($n_{H_2O} = 1.333$). (1 درجة)

$$(2 \text{ درجة}) \quad n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1.335} = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s} \quad (2 \text{ درجة})$$

$$(1 \text{ درجة}) \quad f = \frac{v}{\lambda} = \frac{2.25 \times 10^8}{474 \times 10^{-9}} = 4.75 \times 10^{14} \text{ Hz} \quad (2 \text{ درجة})$$

$$(1 \text{ درجة}) \quad f_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \times 10^8}{633 \times 10^{-9}} = 4.74 \times 10^{14} \text{ Hz} \quad (2 \text{ درجة})$$

أي أنَّ التردد لا يختلف باختلاف المادة (التردد ثابت). (1 درجة)

الجواب الرابع (13 درجة):

-1

$$(1 \text{ درجة}) v = \sqrt{\frac{F_T}{m}} = \sqrt{\frac{140}{0.12}} = 34.15 \text{ m/sec}$$

$$\Rightarrow (1 \text{ درجة}) \lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{34.15}{250} = 0.136 \text{ m}$$

2- تُعطى معادلة الموجة المتحركة نحو اليمين بالعلاقة التالية:

$$y = y_0 \sin(Kx - \omega t + \phi) \quad (2 \text{ درجة})$$

بتعويض معطيات المسألة في معادلة الموجة في اللحظة (t = 0) نجد:

$$1.6 = 2.6 \sin(\phi) \Rightarrow \phi = \sin^{-1}\left(\frac{1.6}{2.6}\right) \cong 38^\circ = 38 \times \frac{\pi}{180} = 0.66 \text{ rad} \quad (1 \text{ درجة})$$

$$(1 \text{ درجة}) \omega = 2\pi\nu = 2\pi \times 250$$

$$= 1570 \text{ rad/s} \quad (1 \text{ درجة})$$

$$\Rightarrow (1 \text{ درجة}) K = \frac{2\pi}{\lambda} = 46.19 \text{ m}^{-1} \quad (1 \text{ درجة})$$

نعوض في معادلة الموجة نجد:

$$y = 2.6 \sin((46.19)x - 1570t + 0.66) \quad (2 \text{ درجة})$$

الجواب الخامس (20 درجات): (10 للأول، 6 للثاني، 4 للثالث):

1- لحدوث ظاهرة التداخل بين موجتين ضوئيتين وحيدتي اللون يجب أن تحقق الموجتان (ترابطاً زمنياً ومكانياً)، أي يجب توفر الشروط التالية:

- الموجة الضوئية الصادرة من أحد المنبعين هي نفسها الصادرة من المنبع الآخر.
- الموجة الضوئية وحيدة اللون.
- أن يصدر الضوء من المنبعين بآن واحد.
- منابع الضوء نقطية.
- أن تحافظ الموجتان الصادرتان من المنبعين على فرق طور ثابت بينهما.
- وجود منبعين أو أكثر.

2- الحل: نطبق المعادلة التالية من أجل λ من أجل الحالة الموافقة للترتبة $m=3$:

$$\lambda = \frac{y_m d}{mR} = \frac{(9.49 \times 10^{-3}m)(0.2 \times 10^{-3}m)}{(3)(1m)} \\ = 633nm \text{ (اللون الأحمر) (درجة 2)}$$

يوافق هذا الهدب المضئي الرتبة $m = -3$ أيضاً. (درجة 1)

3- الطلب الثالث:

$$\lambda = \frac{y_m d}{mR} = \frac{(7.5 \times 10^{-3}m)(0.2 \times 10^{-3}m)}{(3)(1m)} = 500nm \text{ (اللون الأخضر) (درجة 2)}$$

نستنتج أن تباعد الأهداب يتناسب طردياً مع طول موجة الضوء المستخدم، وتكون متباعدة أكثر من أجل الضوء الأحمر منها من أجل الضوء الأخضر. (درجة 2)

مدرسة المقرر: د. سمر عمران

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

جامعة طرطوس	 18-7-2024	مقرر الاهتزازات والأمواج - س ² ك
كلية العلوم		الدرجة: 70 (مبعون)
قسم الكيمياء		مدة الامتحان ساعتان
العام الدراسي 2023-2024م الفصل الدراسي الثاني		اسم الطالب:

أجب عن الأسئلة التالية:

السؤال الأول (12 درجة):

عرف كلاً مما يلي: الضوء، المجال دون الصوتي، التداخل الهدّام، المنابع المترابطة، أمواج الفتل، قرينة الانكسار لوسط ما.

السؤال الثاني (24 درجة):

يُعطى الانتقال الآتي لجسيم يتحرك حركة توافقية بسيطة بالمعادلة: $x = 12 \sin \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right]$ حيث x تُقَدَّر بالسنتيمتر. والمطلوب: حساب مايلي:

- 1- السعة. 2- التردد. 3- الدور. 4- زاوية الطور البدئي. 5- زاوية الطور في اللحظة $t = 5 \text{ sec}$.
- 6- فرق الطور بين موضعين للجسيم يفصلهما فترة زمنية قدرها 1.5 sec .
- 7- الانتقال والسرعة والتسارع في اللحظة $t = 1.25 \text{ sec}$.
- 8- النهاية العظمى للانتقال والسرعة والتسارع.

السؤال الثالث (18 درجة):

افترض أنّ هوائي إرسال الأمواج الراديوية يبعدان عن بعضهما البعض مسافة 10 m ، وأنّ تردد الإرسال ازداد حتى $f = 60 \text{ MHz}$ ، ولنفرض أنّ الشدة العظمى للأمواج المرسلّة $I_0 = 0.02 \text{ W/m}^2$ على بعد 700 m في النقطة الواقعة على متوسط الخط الفاصل بين الهوائيين المتمثلين وفي الاتجاه $\theta = 0$.

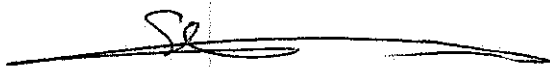
المطلوب: أوجد عند هذا البعد:

- 1- الشدة في الاتجاه $\theta = 4^\circ$.
- 2- الاتجاه الموافق لكون الشدة تساوي $\frac{1}{2} I_0$.
- 3- الاتجاهات الموافقة لانعدام الشدة.

السؤال الرابع (16 درجة):

يهتز وتر مشدود بحركة اهتزازية توافقية بسيطة تواترها (250 Hz) وسعتها (2.6 m) وذلك عندما نطبق عليه قوة شد مقدارها (140 N) من أحد طرفيه. فإذا كانت النهاية الأخرى للوتر مزاحة نحو الأعلى بمقدار (1.6 m) وكانت الكتلة الخطية للوتر تساوي (0.12 Kg/m) أوجد مايلي:

- 1- طول الموجة المشكلة؟ 2- اكتب معادلة الموجة التي تصف الموجة المستقرة؟



الجواب الأول (12 درجة): (لكل تعريف 2 درجة):

الضوء: هو عبارة عن شكل من أشكال الطاقة مصدره الأساسي الشمس، يتكون من مجموعة من الموجات الكهرومغناطيسية العرضية، التي تتميز بالطول الموجي، السعة والتردد، كل موجة مؤلفة من حقلين كهربائي ومغناطيسي متعامدين ومعامدين لاتجاه الانتشار وهما تابعان دوريان للزمن لهما نفس التواتر. سرعة الضوء في الفراغ $(c = 3 \times 10^8) \text{m/s}$ ، وتصبح هذه السرعة في الأوساط الأخرى أبطأ (في الهواء أبطأ بنسبة 0.03%، وفي الزجاج أبطأ بنسبة 30%).

المجال دون الصوتي: الذي تردده $20\text{Hz} >$ ، وتحدث أثناء الزلازل دما تنبج عن حركة المواد المنصهرة، تسمعها بعض الحيوانات كالأبقار والأرانب وتحسها الأفاعي بجلدها أثناء حركتها بالحركة الاهتزازية لهذه الأمواج.

التداخل الهدام: عندما تتلاقى الأمواج على تعاكس في الطور فإنها تلغي بعضها بعضاً، وتساوي سعة الموجة المحصلة الصفر وهذا ما يسمى بالتداخل الهدام (أي فرق المسير فيما بينها يساوي عدد فردي من نصف طول الموجة λ $[r_2 - r_1 = (m + \frac{1}{2})\lambda]$).

المنابع المتماسكة أو المترابطة: هي المنابع الوحيدة اللون التي تهتز بالتردد نفسه وتتصف بعلاقة طور ثابتة يمكن لهما أن يكونا مكبرا صوت يتحكم بهما مضخم واحد أو أنثينا راديو يتحكم بهما جهاز إرسال واحد، أو شقان صغيران في شاشة عاتمة أضيئت بنفس منبع الضوء الوحيد اللون.

أمواج الفتل: تسمى الموجة التي تنتشر بشكل لولبي بينما يكون سطح الدائرة عمودياً بالنسبة لاتجاه انتشار الموجة بموجة الفتل. تحدث هذه الأمواج عند فتل قضيب معدني حول نفسه.

قرينة الانكسار المطلقة لوسط ما: بالنسبة لشعاع وحيد اللون بأنها نسبة سرعة الضوء في الخلاء إلى سرعته في وسط الانتشار أي: $n = \frac{c}{v}$ ، وبما أن سرعة الضوء في الخلاء أكبر منها في الوسط (في كل مجال الضوء المرئي) فإن قرينة الانكسار هي دائماً أكبر من الواحد وتابعة لتواتر الضوء المستخدم. أو قرينة الانكسار هي نسبة طول الموجة في الخلاء إلى طول الموجة في وسط الانتشار $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$.

الجواب الثاني (24 درجة):

من نص المسألة لدينا الانتقال الآني للجسيم يُعطى بالعلاقة:

$$x = 12 \sin \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right] \quad (1)$$

ولدينا من المعادلة التي تُمثل الحل العام لمعادلة الحركة التوافقية البسيطة:

$$x = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

بمقارنة العلاقتين (1) و (2)، نجد:

1- السعة تساوي: $A = 12\text{cm}$ (1 درجة)

2- التواتر الزاوي يساوي: $w = \frac{2\pi}{10}$ ، ومن العلاقة بين التواتر الزاوي والتواتر الخطي (التردد) لدينا:

$$w = 2\pi\nu \Rightarrow \nu = \frac{w}{2\pi} = 0.1\text{Hz} \text{ (2 درجة)}$$

3- الدور: $T = \frac{1}{\nu} = 10\text{sec}$ (2 درجة)

4- إن زاوية طور الحركة هي $(wt + \varphi)$ ، وزاوية الطور البدئي نحصل عليها بوضع $t = 0$ ، أي أن

الطور البدئي يساوي إلى: $\varphi = \frac{\pi}{4}$ (1 درجة)

5- طور الحركة في اللحظة $t = 5\text{sec}$ يساوي:

$$(wt + \varphi) = \left(\frac{2\pi}{10}\right)5 + \frac{\pi}{4} = \pi + \frac{\pi}{4} \text{ (2 درجة)}$$

6- طور الحركة في اللحظة $t = 0$ يساوي: $\frac{\pi}{4}$ ، وطور الحركة في اللحظة $t = 15\text{sec}$ يساوي:

$$(wt + \varphi) = \left(\frac{2\pi}{10}\right)15 + \frac{\pi}{4} = 3\pi + \frac{\pi}{4} \text{ (2 درجة)}$$

وعليه فرق الطور بين الموضعين هو الفرق بين الزاويتين ويساوي 3π (1 درجة)

7- الانتقال x في اللحظة $t = 1.25\text{sec}$ يساوي:

$$x = 12 \sin \left[\left(\frac{2\pi}{10}\right)1.25 + \frac{\pi}{4} \right] = 12 \text{ cm} \text{ (2 درجة)}$$

السرعة في اللحظة $t = 1.25\text{sec}$ تساوي:

$$v = \frac{dx}{dt} = wA \cos(wt + \varphi) = 12 \left(\frac{2\pi}{10}\right) \cos \left[\left(\frac{2\pi}{10}\right) \times 1.25 + \frac{\pi}{4} \right] = 0 \text{ (2 درجة)}$$

مما يشير إلى أن انتقال الجسم في هذه اللحظة يكون في نهايته العظمى لأن سرعة الجسم معدومة.

التسارع في اللحظة $t = 1.25\text{sec}$ يساوي:

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -w^2 A \sin(wt + \varphi) = -w^2 x = -\left(\frac{2\pi}{10}\right)^2 \times 12 = -4.73 \text{ cm/sec}^2 \text{ (2 درجة)}$$

إشارة السالب تعني أن اتجاه التسارع يعاكس اتجاه الانتقال، أي التسارع يتجه نحو موضع التوازن.

8- النهاية العظمى للانتقال تحدث عندما: $\sin \left[\left(\frac{2\pi}{10}\right)t + \frac{\pi}{4} \right] = 1$ وهذا يعني أن أقصى انتقال لـ x

يساوي قيمة السعة 12 cm (1 درجة)

النهاية العظمى للسرعة تحدث عندما: $\cos \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right] = 1$ وتساوي
 وهذه السرعة تحدث عندما يكون الجسم في مركز التوازن، أي عندما $x = 0$ (1 درجة)

النهاية العظمى للتسارع تحدث عندما: $\sin \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right] = 1$ وتساوي
 $a = -12 \left(\frac{2\pi}{10} \right)^2 = -4.73 \text{ cm/sec}^2$ (1 درجة)

الجواب الثالث (18 درجة):

(1) : تتضمن هذه المسألة توزيع الشدة كتابع للزاوية، وبما أن البعد المساوي 700m والذي يفصل الأنتينين (الهوائين) عن النقطة التي تُقاس عندها الشدة أكبر بكثير من البعد $d = 10\text{m}$ فيما بينهما فإن سعات الأمواج الصادرة عن المبعين متساوية تقريباً.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{60 \times 10^6 \text{ Hz}} = 5\text{m} \quad (2 \text{ درجة})$$

إذاً المسافة الفاصلة بين الأنتينين (الهوائين) d تساوي مثلي طول الموجة تماماً، ولذلك فإن

$$\frac{d}{\lambda} = \frac{10}{5} = 2 \quad (2 \text{ درجة})$$

$$I = I_0 \cos^2 \left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta \right) = I_0 \cos^2 (2\pi \text{ rad}) \sin \theta \quad (*) \quad (2 \text{ درجة})$$

عندما $\theta = 4^\circ$ ، ينتج لدينا:

$$I = I_0 \cos^2 (2\pi \text{ rad}) \sin 4^\circ = 0.82 I_0 = 0.82 \left(0.02 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right)$$

$$I = 0.016 \text{ W/m}^2 \quad (2 \text{ درجة})$$

(2): تتحقق المساواة $I = \frac{I_0}{2}$ عندما $\cos \theta = \frac{1}{\sqrt{2}}$ في المعادلة (*) يساوي $\pm \frac{1}{\sqrt{2}}$ ، وأصغر الزوايا

التي يحدث عندها ذلك يوافق:

$$2\pi \sin \theta = \pm \frac{\pi}{4} \Rightarrow \sin \theta = \pm \frac{1}{8} = \pm 0.125 \Rightarrow \theta = \pm 7.2^\circ \quad (2 \text{ درجة})$$

(3): تساوي الشدة الصفر عندما:

$$\cos[(2\pi \text{ rad}) \sin \theta] = 0 \quad (2 \text{ درجة})$$

وهذا يحدث عندما: $2\pi \sin \theta = \pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{3\pi}{2}, \pm \frac{5\pi}{2}, \dots$

أو عندما: $\sin \theta = \pm 0.25, \pm 0.75, \pm 1.25, \dots$ (درجة 2)

قيم $\sin \theta$ الأكبر من الواحد لا معنى لها ولذلك فإنَّ الجواب ينحصر في $\theta = \pm 14.5^\circ, \pm 48.6^\circ$ (درجة 2)

الجواب الرابع (16 درجة):

-1

(1 درجة) $v = \sqrt{\frac{F_T}{m}} = \sqrt{\frac{140}{0.12}} = 34.15 \text{ m/sec}$ (درجة 2)

(1 درجة) $\Rightarrow \lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{34.15}{250} = 0.136 \text{ m}$ (درجة 2)

2- تُعطى معادلة الموجة المتحركة نحو اليمين بالعلاقة التالية:

(2 درجة) $y = y_0 \sin(Kx - \omega t + \phi)$

بتعويض معطيات المسألة في معادلة الموجة في اللحظة (t = 0) نجد:

(1 درجة) $1.6 = 2.6 \sin(\phi) \Rightarrow \phi = \sin^{-1}\left(\frac{1.6}{2.6}\right) \cong 38^\circ = 38 \times \frac{\pi}{180} = 0.66 \text{ rad}$

(1 درجة) $\omega = 2\pi\nu = 2\pi \times 250$

(2 درجة) $= 1570 \text{ rad/s}$

(2 درجة) $\Rightarrow K = \frac{2\pi}{\lambda} = 46.19 \text{ m}^{-1}$ (1 درجة)

نعوض في معادلة الموجة نجد:

(1 درجة) $y = 2.6 \sin((46.19)x - 1570t + 0.66)$

مدرسة المقرر: د. سمر عمران

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

جامعة طرطوس	 28-1-2024	مقرر الاهتزازات والأمواج - س ² ك
كلية العلوم		الدرجة: 70 (سبعون)
قسم الكيمياء		مدة الامتحان ساعتان
العام الدراسي 2023-2024 م الفصل الدراسي الأول		اسم الطالب:

أجب عن الأسئلة التالية:

السؤال الأول (12 درجة):

عرّف كلاً مما يلي: قرينة الانكسار لوسط ما، الضوء، المجال دون الصوتي، التداخل البناء، المداخل المترابطة، الأمواج الطولية.

السؤال الثاني (20 درجة):

أولاً: برهن أنّ الموجة المعرفة بالعلاقة $S(x, t) = f(vt - x)$ هي موجة مستوية؟

ثانياً: تُعطى معادلة الحركة الاهتزازية المتخامدة في نظام ميكانيكي بالصيغة التالية: $\frac{d^2y}{dt^2} + (w_0^2 - \gamma^2)y = 0$ حيث γ عامل تخامد الجملة، والمطلوب: 1- ناقش الحالة التي من أجلها ينعدم التخماد.

2- ناقش حالة التخماد الحرج.

السؤال الثالث (25 درجة): أولاً: ادرس ظاهرة انعراج ضوء وحيد اللون عن شقين مستطلي الشكل ومتماثلين

عرض كل منهما a والمسافة بين مركزيهما d (انظر الشكل

المجاور)، علماً أنّ تابع عبورية الضوء يُعطى بالعلاقة:

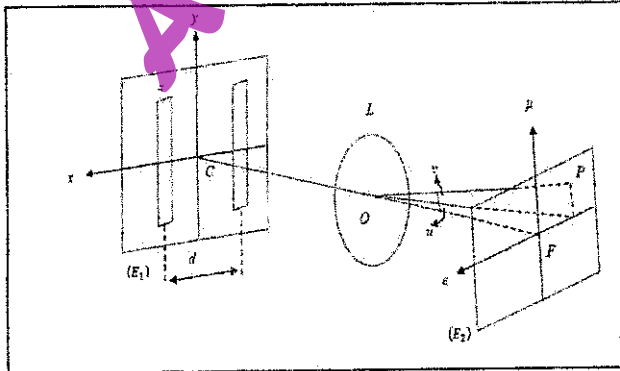
$$f(x, y) = \text{rect}\left(\frac{x}{a}\right) \text{rect}\left(\frac{y}{b}\right) \otimes \left[\delta\left(x - \frac{d}{2}\right) + \delta\left(x + \frac{d}{2}\right) \right]$$

ثانياً: ناقش الحالة التي من أجلها $a \ll d$

موضحاً إجابتك بالرسم.

ثالثاً: أوجد مواقع أهداب التداخل المضيئة والمظلمة،

ومواقع أهداب الانعراج المضيئة والمظلمة؟

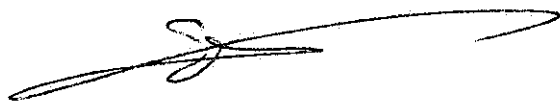


السؤال الرابع (13 درجة): يهتز وتر مشدود بحركة اهتزازية توافقية بسيطة تواترها (250Hz) وسعتها

(2.6m) وذلك عندما تطبق عليه قوة شد مقدارها (140N) من أحد طرفيه. فإذا كانت النهاية الأخرى للوتر

مراحة نحو الأعلى بمقدار (1.6m) وكانت الكتلة الخطية للوتر تساوي (0.12Kg/m) أوجد مايلي:

1- طول الموجة المتشكلة؟ 2- اكتب معادلة الموجة التي تصف الموجة المستقرة؟



الجواب الأول (12 درجة): (لكل تعريف 2 درجة):

قرينة الانكسار المطلقة لوسط ما: بالنسبة لشعاع وحيد اللون بأنها نسبة سرعة الضوء في الخلاء إلى سرعته في وسط الانتشار أي: $n = \frac{c}{v}$ ، وبما أن سرعة الضوء في الخلاء أكبر منها في الوسط (في كل مجال الضوء المرئي) فإن قرينة الانكسار هي دائماً أكبر من الواحد وتابعة لتواتر الضوء المستخدم. أو قرينة الانكسار هي نسبة طول الموجة في الخلاء إلى طول الموجة في وسط الانتشار $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$.

الضوء: هو عبارة عن شكل من أشكال الطاقة مصدره الأساسي الشمس، يتكون من مجموعة من الموجات الكهرومغناطيسية العرضية، التي تتميز بالطول الموجي، السعة والتردد، كل موجة مؤلفة من حقلين كهربائي ومغناطيسي متعامدين ومعامدين لاتجاه الانتشار وهما تابعاان دوريان للزمن لهما نفس التواتر. سرعة الضوء في الفراغ $(c = 3 \times 10^8) \text{ m/s}$ ، وتصبح هذه السرعة في الأوساط الأخرى أبطأ (في الهواء أبطأ بنسبة 0.03%، وفي الزجاج أبطأ بنسبة 30%).

المجال دون الصوتي: الذي تردده $20 \text{ Hz} >$ ، وتحدث أثناء الزلازل كما تنتج عن حركة المواد المنصهرة، تسمعها بعض الحيوانات كالأبقار والأرانب وتحسها الأفاعي بجلدها أثناء حركتها بالحركة الاهتزازية لهذه الأمواج.

التداخل البناء (constructive interference): عندما تتلاقى الأمواج على توافق في الطور فإنها تدعم بعضها بعضاً، وتساوي سعة الموجة المحصلة مجموع سعات الأمواج كل على حدى وهذا ما يسمى بالتداخل البناء (أي فرق المسير فيما بينها يساوي عدد صحيح من الأطوال الموجية $[r_2 - r_1 = m\lambda]$).

المنابع المتناسكة أو المترابطة: هي المنابع الوحيدة اللون التي تهتز بالتردد نفسه وتتصف بعلاقة طور ثابتة يمكن لهذان المنبعان أن يكونا مكبرا صوت يتحكم بهما مضخم واحد أو أنتينا راديو يتحكم بهما جهاز إرسال واحد، أو شقان صغيران في شاشة عاتمة أضيئت بنفس منبع الضوء الوحيد اللون.

الأمواج الطولانية: تسمى الموجة التي تنتشر بحيث يكون اتجاه الاهتزاز منطبقاً على اتجاه انتشار الموجة بالموجة الطولانية، وتعتبر الأمواج الصوتية أهم الأمثلة على الأمواج الطولانية.

الجواب الثاني (20 درجة): (6 درجة للأول، 14 درجة للثاني)

أولاً: لكي تكون الموجة المعروفة بالعلاقة $S(x, t) = f(vt - x)$ موجة مستوية يجب أن تحقق معادلة الانتشار لماكسويل ولذلك سنحسب $\frac{\partial^2 S}{\partial x^2}$ و $\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}$:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = v f'(vt - x) \quad (1 \text{ درجة})$$

$$\frac{\partial^2 S}{\partial t^2} = v^2 f''(vt - x) \quad (1 \text{ درجة})$$

$$\frac{\partial S}{\partial x} = -\dot{f}(vt - x) \text{ (درجة 1)}$$

$$\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} = \ddot{f}(vt - x) \text{ (درجة 1)}$$

ومنه نجد أن:

$$\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} \text{ (درجة 1)}$$

الموجة المذكورة هي موجة مستوية لأنها تحقق معادلة الانتشار لماكسويل $\frac{\partial^2 S}{\partial r^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 S}{\partial t^2}$ (درجة 1).

ثانياً:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + (w_0^2 - \gamma^2)y = 0 \quad (*)$$

هذه المعادلة هي معادلة تفاضلية متجانسة من الدرجة الثانية وحلها يتوقف على إشارة المقدار $w^2 = (w_0^2 - \gamma^2)$ ونميز هنا:

- حالة انعدام التخماد وتتميز بكون المقدار $(\gamma = 0)$: تعني هذه الحركة بأن المقاومة التي يعانيها المهتز خلال حركته معدومة تماماً، وتقابل هذه الحالة الحركة الاهتزازية الجيبية البسيطة. نأخذ المعادلة (*) الشكل

التالي: $\frac{d^2 y}{dt^2} + w_0^2 y = 0$ حلها من الشكل: $y = A \cos(w_0 t + \varphi)$ ، ويعطى دور الحركة الاهتزازية بالعلاقة: $T_0 = \left(\frac{2\pi}{w_0}\right)$ (درجة 2).

- حالة التخماد الحرج الموافقة للشرط $(w^2 = w_0^2 - \gamma^2 = 0)$:

تمثل هذه الحالة الخاصة الحد الفاصل بين سلوكين مختلفين تماماً للمهتز. السلوك الأول: هو سلوك اهتزازي ويبدأ عندما تقل قيمة عامل التخماد γ قليلاً عن قيمة w_0 (درجة 2). السلوك الثاني: هو سلوك غير اهتزازي ويحدث عندما تكون قيمة عامل التخماد γ مساوية أو تزيد عن قيمة w_0 (درجة 2)، والحالة $w_0 = \gamma$ تؤول المعادلة (*) إلى الشكل التالي: $\frac{d^2 y}{dt^2} = 0$ ، وبإجراء تكاملين متتاليين على هذه المعادلة نحصل على حلها الذي يأخذ الشكل: $y = A_1 + A_2 t$ (درجة 2)، حيث A_1 و A_2 ثابتا تكامل حقيقيان يُعينان من شروط البدء للحركة وبالتعويض في المعادلة $x = y e^{-\gamma t}$ نحصل على:

$$x = e^{-\gamma t}(A_1 + A_2 t) \text{ (درجة 2)}$$

يُلاحظ أن هذا الحل يُمثل الحالة الحدية، فعندما يزداد عامل التخماد مقترباً من القيمة w_0 ، أي عندما يقترب الزمن الدوري T للاهتزاز المتخامد من اللانهاية $T \rightarrow \infty$ ، إن هذا الحل يصف حركة الجسم في الحالة الحرجة

والتي تعني عودة الجسم إلى موضع توازنه بأقل فترة زمنية إذا ما أزيح عن موضع توازنه وتُرك حرّاً دون أن يصاحب ذلك شكل اهتزازي. (2 درجة)

إنّ لحالة الحركة الحرجة أهمية عملية كبيرة في تصميم أجهزة القياس العملية التي تتضمن أجزاء متحركة (المنظومات الميكانيكية) كالأذرع أو المؤشرات في أجهزة القياس الكهربائية وغيرها.

الجواب الثالث (25 درجة): أولاً (12 درجة)، ثانياً (8 درجة)، ثالثاً (5 درجة):

بما أنّ سعة الموجة المنعرجة تتطابق مع تحويل فورييه لتابع العنبرية، وبما أنّ تحويل فورييه يحوّل الالتفاف إلى جداء فإنّ سعة الموجة المنعرجة تُكتب بالشكل التالي:

$$F(u, v) = TF[f(x, y)]$$

$$= TF \left[\text{rect} \left(\frac{x}{a} \right) \text{rect} \left(\frac{y}{b} \right) \right] \cdot TF \left[\delta \left(x - \frac{d}{2} \right) + \delta \left(x + \frac{d}{2} \right) \right] \quad (2 \text{ درجة})$$

$$= [a \text{sinc}(\pi u) b \text{sinc}(\pi v)] \cdot [2 \cos(\pi u d)] \quad (2 \text{ درجة})$$

تحويل فورييه لتابع الشق وهو المعبر عن الانعراج. (2 درجة)

تحويل فورييه لتابعي ديراك المسحوبين بمقدار $\frac{d}{2}$ وهذا الحد يُعبر عن التداخل. (2 درجة)

$$D = \overline{OF} \quad , \quad v = \frac{\eta}{\lambda D} \quad , \quad u = \frac{\xi}{\lambda D} \quad \text{حيث فرضنا أن:}$$

$$F(u, v) = 2ab \text{sinc}(\pi u) \text{sinc}(\pi v) \cos(\pi u d) \quad (2 \text{ درجة})$$

وبما أنّ عين الإنسان حساسة للشدة، أي أنّ الذي نراه هو مربع هذا المقدار:

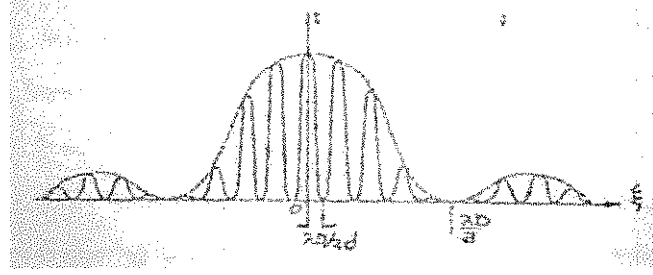
$$I = 4a^2 b^2 \text{sinc}^2(\pi u) \text{sinc}^2(\pi v) \cos^2(\pi u d) \quad (2 \text{ درجة})$$

ثانياً: وفي حالة كون عرض الشق صغير أمام طوله $b \ll a$ فإنّ ما نشاهده على المحور الشاقولي μ في مستوى المراقبة يصبح معدوماً تقريباً، ولا نرى سوى الإضاءات الممتدة على المحور الأفقي ξ (2 درجة)، والشدة العظمى للإضاءة تُعطى في هذه الحالة بالعلاقة الآتية:

$$I = 4a^2 b^2 \text{sinc}^2(\pi u) \cos^2(\pi u d) \quad (2 \text{ درجة})$$

$$I = I_0 \text{sinc}^2(\pi u) [1 + \cos(2\pi u d)] \quad (2 \text{ درجة})$$

تمثل هذه العلاقة بالشكل التالي: (2 درجة)



ثالثاً: نلاحظ أنَّ أهداب التداخل تتعديم عندما يكون:

$$\cos(2\pi u d) = -1$$

$$2\pi u d = (2K + 1)\pi$$

$$(1 \text{ درجة}) u = \frac{(2K + 1)}{2d}$$

$$K = 0, \pm 1, \pm 2 \dots \dots \dots \text{حيث:}$$

ومنه:

$$\frac{\xi}{\lambda D} = \frac{(2K + 1)}{2d} \Rightarrow \xi = \frac{(2K + 1)}{2d} \lambda D \text{ (1 درجة)}$$

وتكون أهداب التداخل أعظمية عندما:

$$\cos(2\pi u d) = 1$$

$$2\pi u d = 2K\pi \Rightarrow 2\pi \frac{\xi}{\lambda D} d = 2K\pi \Rightarrow \xi = K \frac{\lambda D}{d} \text{ (1 درجة)}$$

أما بالنسبة لأهداب الانعراج فتتعدم من أجل:

$$\text{sinc}(\pi u a) = 0$$

$$\pi u a = K\pi \Rightarrow u a = K \Rightarrow \frac{\xi}{\lambda D} a = K \Rightarrow \xi = K \frac{\lambda D}{a} \text{ (1 درجة)}$$

وتكون أهداب الانعراج أعظمية عندما:

$$\text{sinc}(\pi u a) = 1$$

$$\pi u a = \frac{\pi}{2} K \Rightarrow u a = \frac{K}{2} \Rightarrow \frac{\xi}{\lambda D} a = \frac{K}{2} \Rightarrow \xi = \frac{K \lambda D}{2 a} \text{ (1 درجة)}$$

الجواب الرابع (13 درجة):

-1

$$(1 \text{ درجة}) v = \sqrt{\frac{F_T}{m}} = \sqrt{\frac{140}{0.12}} = 34.15 \text{ m/sec}$$

$$\Rightarrow (1 \text{ درجة}) \lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{34.15}{250} = 0.136 \text{ m}$$

2- تُعطى معادلة الموجة المتحركة نحو اليمين بالعلاقة التالية:

$$y = y_0 \sin(Kx - \omega t + \phi) \quad (2 \text{ درجة})$$

بتعويض معطيات المسألة في معادلة الموجة في اللحظة (t = 0) نجد:

$$1.6 = 2.6 \sin(\phi) \Rightarrow \phi = \sin^{-1}\left(\frac{1.6}{2.6}\right) \cong 38^\circ = 38 \times \frac{\pi}{180} = 0.66 \text{ rad} \quad (1 \text{ درجة})$$

$$(1 \text{ درجة}) \omega = 2\pi\nu = 2\pi \times 250$$

$$= 1570 \text{ rad/s} \quad (1 \text{ درجة})$$

$$\Rightarrow (1 \text{ درجة}) K = \frac{2\pi}{\lambda} = 46.19 \text{ m}^{-1} \quad (1 \text{ درجة})$$

نعوض في معادلة الموجة نجد:

$$y = 2.6 \sin((46.19)x - 1570t + 0.66) \quad (2 \text{ درجة})$$

مدرسة المقرر: د. سمر عمران

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح



جامعة طرطوس	 27-7-2023	مقرر الاهتزازات والأمواج - س ² ك
كلية العلوم		الدرجة: 70 (سبعون)
قسم الكيمياء		مدة الامتحان ساعتان
العام الدراسي 2022-2023م الفصل الدراسي الثاني		اسم الطالب:

أجب عن الأسئلة التالية:

السؤال الأول (12 درجة):

عرّف كلاً مما يلي: الأمواج الطولانية، الضوء، المجال فوق الصوتي، التداخل البناء، المداخل المترابطة، قرينة الانكسار لوسط ما.

السؤال الثاني (18 درجة):

أولاً: برهن أن الموجة المعرفة بالعلاقة $S(x, t) = f(vt - x)$ هي موجة مستوية؟

ثانياً: أوجد طول موجة الضوء المستخدم في تجربة تداخل موجتين بواسطة شقين يبعدان عن بعضهما بعضاً مسافة 0.2mm ويبعدان عن الحاجز مسافة 1m، يبعد الهدف المضيء الثالث $m=3$ عن الهدف المركزي مسافة 9.49mm؟

السؤال الثالث (25 درجة): أولاً: ادرس ظاهرة انعراج ضوء وحيد اللون عن شقين مستطلي الشكل ومتماثلين

عرض كل منهما a والمسافة بين مركزيهما d (انظر الشكل

المجاور)، علماً أن تابع عبورية الضوء يُعطى بالعلاقة:

$$f(x, y) = \text{rect}\left(\frac{x}{a}\right) \text{rect}\left(\frac{y}{b}\right) \otimes \left[\delta\left(x - \frac{d}{2}\right) + \delta\left(x + \frac{d}{2}\right) \right]$$

ثانياً: ناقش الحالة التي من أجلها $a \ll d$

موضحاً إجابتك بالرسم.

ثالثاً: أوجد مواقع أهداب التداخل المضيئة والمظلمة،

ومواقع أهداب الانعراج المضيئة والمظلمة؟

السؤال الرابع (15 درجة): تساوي طول موجة الضوء الأحمر الصادر من ليزر الهيليوم- نيون 633nm في

الهواء، 474nm في الخلط المائي للعين البشرية. المطلوب:

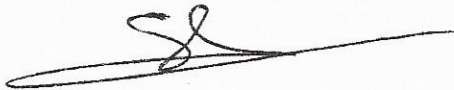
1- احسب قرينة انكسار الخلط المائي؟

2- سرعة وتردد الضوء في هذه المادة؟

مدرسة المقرر: د. سمر عمران

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

يُسمح باستخدام الآلة الحاسبة



الجواب الأول (12 درجة): (لكل تعريف 2 درجة):

الأمواج الطولية: تسمى الموجة التي تنتشر بحيث يكون اتجاه الاهتزاز منطبقاً على اتجاه انتشار الموجة بالموجة الطولية، وتعتبر الأمواج الصوتية أهم الأمثلة على الأمواج الطولية.

الضوء: هو عبارة عن شكل من أشكال الطاقة مصدره الأساسي الشمس، يتكون من مجموعة من الموجات الكهرومغناطيسية العرضية، التي تتميز بالطول الموجي، السعة والتردد، كل موجة مؤلفة من حقلين كهربائي ومغناطيسي متعامدين ومعامدين لاتجاه الانتشار وهما تابعا لـ دوران الزمن لهما نفس التواتر. سرعة الضوء في الفراغ $(c = 3 \times 10^8) \text{ m/s}$ ، وتصبح هذه السرعة في الأوساط الأخرى أبطأ (في الهواء أبطأ بنسبة 0.03%، وفي الزجاج أبطأ بنسبة 30%).

المجال فوق الصوتي: حيث تردده $20 \text{ KHz} <$ ، وبالتالي فهو غير مسموع، يتم الحصول عليها حديثاً من البلورات الصلبة ومحولات الطاقة وأحد أهم هذه المحولات مكبر الصوت والتليفون ومسجل الصوت المجهرى (الميكروفون)، وهناك المفعول الكهروضغطي الذي يحول جهداً ميكانيكياً مطبقاً إلى فرق كمون (كما في القذاحة التي تحوّل الضغط إلى شرارة لهب). ويستخدم العديد من الحيوانات الترددات فوق الصوتية لتحديد موضع الصدى (الكشف المزدوج)، فالكشاف يستخدم التردد 200 KHz بينما تستخدم الدلافين والحيتان التردد 100 KHz وتستخدم الكلاب التردد 50 KHz .

التداخل البناء (constructive interference): عندما تتلاقى الأمواج على توافق في الطور فإنّها تدعم بعضها بعضاً، وتساوي سعة الموجة المحصلة مجموع سعات الأمواج كلّ على حدى وهذا ما يسمى بالتداخل البناء (أي فرق المسير فيما بينها يساوي عدد صحيح من الأطوال الموجية $[r_2 - r_1 = m\lambda]$).

المنابع المتناسكة أو المترابطة: هي المنابع الوحيدة اللون التي تهتز بالتردد نفسه وتتصف بعلاقة طور ثابتة يمكن لهذان المنبعان أن يكونا مكبرا صوت يتحكم بهما مضخم واحد أو أنتينا راديو يتحكم بهما جهاز إرسال واحد، أو شقان صغيران في شاشة عاتمة أضيئت بنفس منبع الضوء الوحيد اللون.

قرينة الانكسار المطلقة لوسط ما: بالنسبة لشعاع وحيد اللون بأنها نسبة سرعة الضوء في الخلاء إلى سرعته في وسط الانتشار أي: $n = \frac{c}{v}$ ، وبما أنّ سرعة الضوء في الخلاء أكبر منها في الوسط (في كل مجال الضوء المرئي) فإنّ قرينة الانكسار هي دائماً أكبر من الواحد وتابعة لتواتر الضوء المستخدم. أو قرينة الانكسار هي نسبة طول الموجة في الخلاء إلى طول الموجة في وسط الانتشار $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$.

الجواب الثاني (18 درجة): (12 درجة للأول، 6 درجة للثاني)

أولاً: لكي تكون الموجة المعرفة بالعلاقة $S(x, t) = f(vt - x)$ موجة مستوية يجب أن تحقق معادلة الانتشار لماكسويل ولذلك سنحسب $\frac{\partial^2 S}{\partial x^2}$ و $\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}$:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = v f'(vt - x) \quad (2 \text{ درجة})$$

$$\frac{\partial^2 S}{\partial t^2} = v^2 \ddot{f}(vt - x) \text{ (درجة 2)}$$

$$\frac{\partial S}{\partial x} = -\dot{f}(vt - x) \text{ (درجة 2)}$$

$$\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} = \ddot{f}(vt - x) \text{ (درجة 2)}$$

ومنه نجد أن:

$$\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} \text{ (درجة 2)}$$

الموجة المذكورة هي موجة مستوية لأنها تحقق معادلة الانتشار لماكسويل $\frac{\partial^2 S}{\partial r^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 S}{\partial t^2}$ (درجة 2).

ثانياً: من أجل الحالة الموافقة للرتبة $m=3$:

$$\lambda = \frac{y_m d}{mR} = \frac{(9.49 \times 10^{-3} m)(0.2 \times 10^{-3} m)}{(3)(1m)} \text{ (درجة 2)}$$

$$= 633 nm \text{ (اللون الأحمر) (درجة 2)}$$

يوافق هذا الهدب المضيء الرتبة $m = -3$ أيضاً. (درجة 2)

الجواب الثالث (25 درجة): أولاً (12 درجة)، ثانياً (8 درجة)، ثالثاً (5 درجة):

بما أن سعة الموجة المنعرجة تتطابق مع تحويل فورييه لتابع العبورية، وبما أن تحويل فورييه يحول الالتفاف إلى جداء فإن سعة الموجة المنعرجة تكتب بالشكل التالي:

$$F(u, v) = TF[f(x, y)]$$

$$= TF \left[\text{rect} \left(\frac{x}{a} \right) \text{rect} \left(\frac{y}{b} \right) \right] \cdot TF \left[\delta \left(x - \frac{d}{2} \right) + \delta \left(x + \frac{d}{2} \right) \right] \text{ (درجة 2)}$$

$$= [a \text{ sinc}(\pi au) b \text{ sinc}(\pi bv)] \cdot [2 \cos(\pi ud)] \text{ (درجة 2)}$$

تحويل فورييه لتابع الشق وهو المعبر

تحويل فورييه لتابعي ديراك المسحوبين

عن الانعراج. (درجة 2)

بمقدار $\frac{d}{2}$ وهذا الحد يُعبر عن التداخل. (درجة 2)

$$D = \overline{OF} \quad , \quad v = \frac{\eta}{\lambda D} \quad , \quad u = \frac{\xi}{\lambda D} \quad \text{حيث فرضنا أن:}$$

$$(درجة 2) F(u, v) = 2ab \text{ sinc}(\pi au) \text{ sinc}(\pi bv) \cos(\pi ud)$$

وبما أن عين الإنسان حساسة للشدة، أي أن الذي نراه هو مربع هذا المقدار:

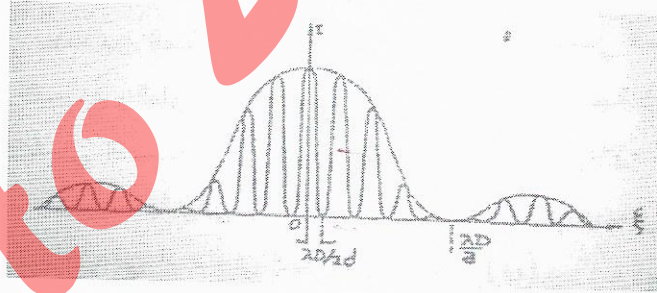
$$(درجة 2) I = 4a^2 b^2 \text{ sinc}^2(\pi au) \text{ sinc}^2(\pi bv) \cos^2(\pi ud)$$

ثانياً: وفي حالة كون عرض الشق صغير أمام طوله $a \ll b$ فإن ما نشاهده على المحور الشاقولي μ في مستوي المراقبة يصبح معدوماً تقريباً، ولا نرى سوى الإضاءة الممتدة على المحور الأفقي ε (درجة 2)، والشدة العظمى للإضاءة تُعطى في هذه الحالة بالعلاقة الآتية:

$$I = 4a^2b^2 \text{sinc}^2(\pi au) \cos^2(\pi ud) \quad (\text{درجة 2})$$

$$I = I_0 \text{sinc}^2(\pi au) [1 + \cos(2\pi ud)] \quad (\text{درجة 2})$$

تُمثل هذه العلاقة بالشكل التالي: (درجة 2)



ثالثاً: نلاحظ أن أهداب التداخل تنعدم عندما يكون:

$$\cos(2\pi ud) = -1$$

$$2\pi ud = (2K + 1)\pi$$

$$u = \frac{(2K + 1)}{2d} \quad (\text{درجة 1})$$

حيث: $K = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

ومنه:

$$\frac{\xi}{\lambda D} = \frac{(2K + 1)}{2d} \Rightarrow \xi = \frac{(2K + 1)}{2d} \lambda D \quad (\text{درجة 1})$$

وتكون أهداب التداخل أعظمية عندما:

$$\cos(2\pi ud) = 1$$

$$2\pi ud = 2K\pi \Rightarrow 2\pi \frac{\xi}{\lambda D} d = 2K\pi \Rightarrow \xi = K \frac{\lambda D}{d} \quad (\text{درجة 1})$$

أما بالنسبة لأهداب الانعراج فتتعد من أجل:

$$\text{sinc}(\pi ua) = 0$$

$$\pi ua = K\pi \Rightarrow ua = K \Rightarrow \frac{\xi}{\lambda D} a = K \Rightarrow \xi = K \frac{\lambda D}{a} \text{ (درجة 1)}$$

وتكون أهداب الانعراج أعظمية عندما:

$$\text{sinc}(\pi ua) = 1$$

$$\pi ua = \frac{\pi}{2} K \Rightarrow ua = \frac{K}{2} \Rightarrow \frac{\xi}{\lambda D} a = \frac{K}{2} \Rightarrow \xi = \frac{K \lambda D}{2a} \text{ (درجة 1)}$$

الجواب الرابع (15 درجة):

$$(1 \text{ درجة}) \quad n = \frac{\lambda_e}{\lambda} = \frac{633}{474} = 1.335 \quad (2 \text{ درجة})$$

وهي قيمة قريبة جداً من قرينة انكسار الماء ($n_{H2O} = 1.333$) (2 درجة)

$$(1 \text{ درجة}) \quad n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1.335} = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s} \text{ (درجة 1)}$$

$$(1 \text{ درجة}) \quad f = \frac{v}{\lambda} = \frac{2.25 \times 10^8}{474 \times 10^{-9}} = 4.75 \times 10^{14} \text{ Hz} \text{ (درجة 2)}$$

$$(1 \text{ درجة}) \quad f_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \times 10^8}{633 \times 10^{-9}} = 4.74 \times 10^{14} \text{ Hz} \text{ (درجة 2)}$$

أي أنَّ التردد لا يختلف باختلاف المادة (التردد ثابت). (2 درجة)

مدرسة المقرر: د. سمر عمران

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح



جامعة طرطوس		مقرر الاهتزازات والأمواج - س ² ك
كلية العلوم		الدرجة: 70 (سبعون)
قسم الكيمياء		مدة الامتحان ساعتان
العام الدراسي 2022-2023م الفصل الدراسي الأول		اسم الطالب:
22 - 1 - 2023		

أجب عن الأسئلة التالية:

السؤال الأول (10 درجات):

عرّف كلاً مما يلي: الضوء، المجال فوق الصوتي، المنابع المترابطة، قرينة الانكسار لوسط ما، أمواج الفتل.

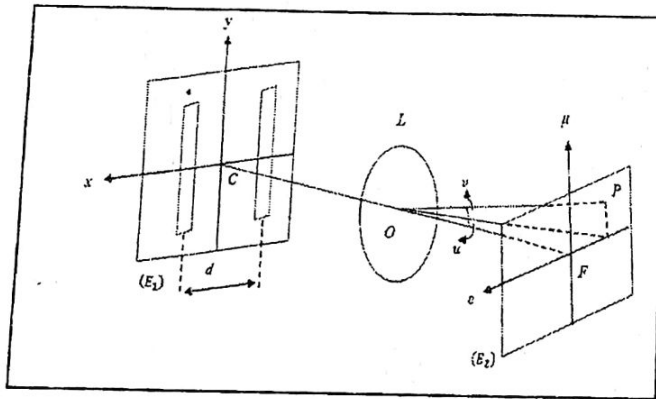
السؤال الثاني (20 درجة):

1- عدد شروط حادثة التداخل بين موجتين ضوئيتين وحيدتي اللون لهما التواتر الزاوي نفسه ومتفقتان بالطور؟

2- في تجربة تداخل موجتين بواسطة شقين يبعدان عن بعضهما بعضاً مسافة 0.2mm ويبعدان عن الحاجز مسافة 1m، يبعد الهدب المضيء الثالث $m=3$ عن الهدب المركزي مسافة 9.49mm، أوجد طول موجة الضوء المستخدم؟

3- أعد المسألة السابقة إذا علمت أنّ الهدب المضيء الثالث يبعد عن الهدب المركزي مسافة $y_3 = y_m = 7.5mm$ ، ماذا تستنتج؟

السؤال الثالث (25 درجة): أولاً: ادرس ظاهرة انعراج ضوء وحيد اللون عن شقين مستطيلي الشكل ومتماثلين



عرض كل منهما a والمسافة بين مركزيهما d (انظر الشكل

المجاور)، علماً أنّ تابع عبورية الضوء يُعطى بالعلاقة:

$$f(x,y) = \text{rect}\left(\frac{x}{a}\right) \text{rect}\left(\frac{y}{b}\right) \otimes \left[\delta\left(x - \frac{d}{2}\right) + \delta\left(x + \frac{d}{2}\right)\right]$$

ثانياً: ناقش الحالة التي من أجلها $a \ll d$

موضحاً إجابتك بالرسم.

ثالثاً: أوجد مواقع أهداب التداخل المضيئة والمظلمة،

ومواقع أهداب الانعراج المضيئة والمظلمة؟

السؤال الرابع (15 درجة): تساوي طول موجة الضوء الأحمر الصادر من ليزر الهيليوم- نيون 633nm

في الهواء، 474nm في الخلط المائي للعين البشرية. المطلوب:

1- احسب قرينة انكسار الخلط المائي؟

2- سرعة وتردد الضوء في هذه المادة؟

مدرسة المقرر: د. سمر عمران

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

يُسمح باستخدام الآلة الحاسبة

الجواب الأول (10 درجات): (لكل تعريف 2 درجة):

الضوء: هو عبارة عن شكل من أشكال الطاقة مصدرها الأساسي الشمس ، يتكون من مجموعة من الموجات الكهرومغناطيسية العرضية ، التي تتميز بلطول الموجي ، السعة والتردد ، كل موجة مؤلفة من حقلين كهربائي ومغناطيسي متعامدين ومعامدين لاتجاه الانتشار وهما تابعان دوريان للزمن لهما نفس التواتر . سرعة الضوء في الفراغ $(c = 3 \times 10^8) \text{ m/s}$ ، وتصبح هذه السرعة في الأوساط الأخرى أبطأ (في الهواء أبطأ بنسبة 0.03% ، وفي الزجاج أبطأ بنسبة 30%).

المجال فوق الصوتي: حيث تردده $20\text{KHz} <$ ، وبالتالي فهو غير مسموع ، يتم الحصول عليها حديثاً من البلورات الصلبة ومحولات الطاقة وأحد أهم هذه المحولات مكبر الصوت والتيلفون ومسجل الصوت المجهرى (الميكروفون) ، وهناك المفعول الكهروضغطي الذي يحول جهداً ميكانيكياً مطبقاً إلى فرق كمون (كما في القذاحة التي تحول الضغط إلى شرارة لهب). ويستخدم العديد من الحيوانات الترددات فوق الصوتية لتحديد موضع الصدى (الكشف المزدوج) ، فالخفاش يستخدم التردد 200KHz بينما تستخدم الدلافين والحيتان التردد 100KHz وتستخدم الكلاب التردد 50KHz .

المنابع المتماسكة أو المترابطة: هي المصادر الوحيدة اللون التي تهتز بالتردد نفسه وتتصف بعلاقة طور ثابتة يمكن لهما أن يكونا مكبرا صوت يتحكم بهما مضخم واحد أو أنتينا راديو يتحكم بهما جهاز إرسال واحد ، أو شقان صغيران في شاشة عاتمة أضيئت بنفس منبع الضوء الوحيد اللون.

قرينة الانكسار المطلقة لوسط ما: بالنسبة لشعاع وحيد اللون بأنها نسبة سرعة الضوء في الخلاء إلى سرعته في وسط الانتشار أي: $n = \frac{c}{v}$ ، وبما أن سرعة الضوء في الخلاء أكبر منها في الوسط (في كل مجال الضوء المرئي) فإن قرينة الانكسار هي دائماً أكبر من الواحد وتابعة لتواتر الضوء المستخدم. أو قرينة الانكسار هي نسبة طول الموجة في الخلاء إلى طول الموجة في وسط الانتشار $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$.

أمواج الفتل: تسمى الموجة التي تنتشر بشكل لولبي بينما يكون سطح الدائرة عمودياً بالنسبة لاتجاه انتشار الموجة بموجة الفتل. تحدث هذه الأمواج عند فتل قضيب معدني حول نفسه.

الجواب الثاني (20 درجات): (10 للأول، 6 للثاني، 4 للثالث):

1 - لحدوث ظاهرة التداخل بين موجتين ضوئيتين وحيدتي اللون يجب أن تحقق الموجتان (ترابطاً زمنياً ومكانياً)، أي يجب توفر الشروط التالية:

- الموجة الضوئية الصادرة من أحد المنبعين هي نفسها الصادرة من المنبع الآخر.
- الموجة الضوئية وحيدة اللون.
- أن يصدر الضوء من المنبعين بآن واحد.
- منابع الضوء نقطية.
- أن تحافظ الموجتان الصادرتان من المنبعين على فرق طور ثابت بينهما.

• وجود منبعين أو أكثر.

2- الحل: نطبق المعادلة التالية من أجل λ من أجل الحالة الموافقة للرتبة $m=3$:

$$(3) \lambda = \frac{y_m d}{mR} = \frac{(9.49 \times 10^{-3} m)(0.2 \times 10^{-3} m)}{(3)(1m)}$$

$$= 633 nm \text{ (اللون الأحمر) (درجة 2)}$$

يوافق هذا الهدب المضيء الرتبة $m = -3$ أيضاً. (درجة 1)

3 - الطلب الثالث:

$$(2) \lambda = \frac{y_m d}{mR} = \frac{(7.5 \times 10^{-3} m)(0.2 \times 10^{-3} m)}{(3)(1m)} = 500 nm \text{ (اللون الأخضر) (درجة 2)}$$

نستنتج أن تباعد الأهداب يتناسب طردياً مع طول موجة الضوء المستخدم، وتكون متباعدة أكثر من أجل الضوء الأحمر منها من أجل الضوء الأخضر. (درجة 2)

الجواب الثالث (25 درجة): أولاً (12 درجة)، ثانياً (8 درجة)، ثالثاً (5 درجة):

بما أن سعة الموجة المنعرجة تتطابق مع تحويل فورييه لتابع العبورية، وبما أن تحويل فورييه يحول الالتفاف إلى جداء فإن سعة الموجة المنعرجة تكتب بالشكل التالي:

$$F(u, v) = TF[f(x, y)]$$

$$= TF \left[\text{rect} \left(\frac{x}{a} \right) \text{rect} \left(\frac{y}{b} \right) \right] \cdot TF \left[\delta \left(x - \frac{d}{2} \right) + \delta \left(x + \frac{d}{2} \right) \right] \quad (2 \text{ درجة})$$

$$= [a \text{sinc}(\pi au) b \text{sinc}(\pi bv)] \cdot [2 \cos(\pi ud)] \quad (2 \text{ درجة})$$

تحويل فورييه لتابع الشق وهو المعبر

تحويل فورييه لتابعي ديراك المسحوبين

عن الانعراج. (2 درجة)

بمقدار $\frac{d}{2}$ وهذا الحد يعبر عن التداخل. (2 درجة)

$$D = \overline{OF} \quad , \quad v = \frac{\eta}{\lambda D} \quad , \quad u = \frac{\xi}{\lambda D} \quad : \text{حيث فرضنا أن:}$$

$$(2) F(u, v) = 2ab \text{sinc}(\pi au) \text{sinc}(\pi bv) \cos(\pi ud)$$

وبما أن عين الإنسان حساسة للشدة، أي أن الذي نراه هو مربع هذا المقدار:

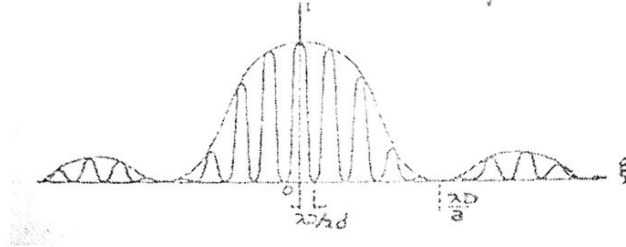
$$(2) I = 4a^2 b^2 \text{sinc}^2(\pi au) \text{sinc}^2(\pi bv) \cos^2(\pi ud)$$

ثانياً: وفي حالة كون عرض الشق صغير أمام طوله $b \ll a$ فإن ما نشاهده على المحور الشاقولي μ في مستوى المراقبة يصبح معدوماً تقريباً، ولا نرى سوى الإضاءات الممتدة على المحور الأفقي ε (2 درجة)، والشدة العظمى للإضاءة تُعطى في هذه الحالة بالعلاقة الآتية:

$$I = 4a^2 b^2 \text{sinc}^2(\pi au) \cos^2(\pi ud) \quad (2 \text{ درجة})$$

$$I = I_0 \text{sinc}^2(\pi au) [1 + \cos(2\pi ud)] \quad (2 \text{ درجة})$$

تمثل هذه العلاقة بالشكل التالي: (2 درجة)



ثالثاً: نلاحظ أنَّ أهداب التداخل تنعدم عندما يكون:

$$\cos(2\pi ud) = -1$$

$$2\pi ud = (2K + 1)\pi$$

$$u = \frac{(2K + 1)}{2d} \quad (1 \text{ درجة})$$

حيث: $K = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

ومنه:

$$\frac{\xi}{\lambda D} = \frac{(2K + 1)}{2d} \Rightarrow \xi = \frac{(2K + 1)}{2d} \lambda D \quad (1 \text{ درجة})$$

وتكون أهداب التداخل أعظمية عندما:

$$\cos(2\pi ud) = 1$$

$$2\pi ud = 2K\pi \Rightarrow 2\pi \frac{\xi}{\lambda D} d = 2K\pi \Rightarrow \xi = K \frac{\lambda D}{d} \quad (1 \text{ درجة})$$

أما بالنسبة لأهداب الانعراج فتتعدم من أجل:

$$\text{sinc}(\pi ua) = 0$$

$$\pi ua = K\pi \Rightarrow ua = K \Rightarrow \frac{\xi}{\lambda D} a = K \Rightarrow \xi = K \frac{\lambda D}{a} \quad (1 \text{ درجة})$$

وتكون أهداب الانعراج أعظمية عندما:

$$\text{sinc}(\pi ua) = 1$$

$$\pi u a = \frac{\pi}{2} K \Rightarrow u a = \frac{K}{2} \Rightarrow \frac{\xi}{\lambda D} a = \frac{K}{2} \Rightarrow \xi = \frac{K \lambda D}{2 a} \text{ (درجة 1)}$$

الجواب الرابع (15 درجة):

وهي قيمة قريبة جداً من قرينة انكسار الماء ($n_{H_2O} = 1.333$). (درجة 2)

$$(1 \text{ درجة}) n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1.335} = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$(1 \text{ درجة}) f = \frac{v}{\lambda} = \frac{2.25 \times 10^8}{474 \times 10^{-9}} = 4.75 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$(1 \text{ درجة}) f_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \times 10^8}{633 \times 10^{-9}} = 4.74 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

أي أنَّ التردد لا يختلف باختلاف المادة (التردد ثابت). (درجة 2)

مدرسة المقرر: د. سمر عمران

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح



جامعة طرطوس	 1-8-2022	مقرر الاهتزازات والأمواج - س ² ك
كلية العلوم		الدرجة: 70 (سبعون)
قسم الكيمياء		مدة الامتحان ساعتان
العام الدراسي 2021-2022م الفصل الدراسي الثاني		اسم الطالب:

أجب عن الأسئلة التالية:

السؤال الأول (10 درجات):

عرّف كلاً مما يلي: الضوء المستقطب خطياً، المنابع المترابطة (المتماسكة)، التداخل الهدّام، قرينة الانكسار لوسط ما، الأمواج الطولانية.

السؤال الثاني (20 درجة):

أولاً: عدد العوامل التي تؤثر على سرعة الصوت في الغازات؟
ثانياً: ليكن لدينا منبعان صوتيان شدتهما I_1 و I_2 قارن بين مستويي شدتهما، علماً أنّ مستوى الشدة للموسيقى الصاخبة 110dB، ومستوى الشدة للضرب بالمطرقة 90dB، وشدة الصوت المعيارية $I_0 = 10^{-12} \text{ w/m}^2$
ثالثاً: لدينا منبع صوتي يُصدر صوتاً قدرته $P = 25W$ ، ينتشر بشكل متساوٍ في جميع الاتجاهات، احسب الشدة على بعد 2.5m؟

السؤال الثالث (22 درجة): يُعطى الانتقال الآتي لجسيم يتحرك حركة توافقية بسيطة

بالمعادلة: $x = 12 \sin \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right]$ حيث x تُقَدَّر بالسنتيمتر. والمطلوب: حساب مايلي:

- 1- السعة. 2- التردد. 3- الدور. 4- زاوية الطور البدئي. 5- زاوية الطور في اللحظة $t = 5 \text{ sec}$.
- 6- فرق الطور بين موضعين للجسيم يفصلهما فترة زمنية قدرها 15sec.
- 7- الانتقال والسرعة والتسارع في اللحظة $t = 1.25 \text{ sec}$.
- 8- النهاية العظمى للانتقال والسرعة والتسارع.

السؤال الرابع (18 درجة):

أولاً: برهن أنّ الموجة المعرّفة بالعلاقة $S(x, t) = f(vt - x)$ هي موجة مستوية؟
ثانياً: أوجد طول موجة الضوء المستخدم في تجربة تداخل موجتين بواسطة شقين يبعدان عن بعضهما بعضاً مسافة 0.2mm ويبعدان عن الحاجز مسافة 1m، يبعد الهدب المضئيء الثالث $m=3$ عن الهدب المركزي مسافة 9.49mm؟



الجواب الأول (10 درجات): (لكل تعريف 2 درجة):

الضوء المستقطب طبيعياً: نقول عن ضوء وحيد اللون أنه مستقطب خطياً إذا اقتصر اتجاه شعاع الحقل الكهربائي خلال الانتشار على اتجاه واحد فقط (أي بمعنى أن الحقل الكهربائي يهتز وفق خط مستقيم)، وبالتالي لا يوجد فرق طور بين مركبات الحقل الكهربائي (أي $\delta = 0, \pi$).

المنابع المترابطة: نقول عن المنابع الوحيدة اللون التي تهتز بالتردد نفسه وتتصف بعلاقة طور ثابتة أنها منابع مترابطة أو متماسكة.

التداخل الهدام (destructive interference): عندما تتلاقى الأمواج على تعاكس في الطور فإنها تلغي بعضها بعضاً، وتكون سعة الموجة المحصلة مساوية للصفر، وهذا ما يسمى بالتداخل الهدام (أي فرق المسير فيما بينها يساوي عدد فردي من الأطوال الموجية $\left[r_2 - r_1 = \left(m + \frac{1}{2} \right) \lambda \right]$).

قرينة الانكسار المطلقة لوسط ما: بالنسبة لشعاع وحيد اللون بأنها نسبة سرعة الضوء في الخلاء إلى سرعته في وسط الانتشار أي: $n = \frac{c}{v}$ ، وبما أن سرعة الضوء في الخلاء أكبر منها في الوسط (في كل مجال الضوء المرئي) فإن قرينة الانكسار هي دائماً أكبر من الواحد وتابعة لتواتر الضوء المستخدم. أو قرينة الانكسار هي نسبة طول الموجة في الخلاء إلى طول الموجة في وسط الانتشار $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$.

الأمواج الطولانية: تسمى الموجة التي تنتشر بحيث يكون اتجاه الاهتزاز منطبقاً على اتجاه انتشار الموجة بالموجة الطولانية، وتعتبر الأمواج الصوتية أهم الأمثلة على الأمواج الطولانية.

الجواب الثاني (20 درجات): (12 للأول، 6 للثاني، 2 للثالث):

أولاً: سرعة الصوت في الغازات تتغير بتغير عدة عوامل منها:

1- الضغط، فإذا فرضنا أن درجة الحرارة ثابتة، فإن تغير الضغط يؤدي إلى تغير الكثافة، مما يؤدي إلى

ثبات المقدار P/ρ ، حيث أن P ضغط الغاز المثالي غير المثار، ρ الكثافة النوعية للغاز المثالي).

2- تزداد سرعة الصوت بزيادة درجة الحرارة، حيث إن تغيراً في درجة الحرارة بمقدار 10 درجات مئوية

يؤدي إلى تغير سرعة الصوت بحوالي 6 m/s، ويؤدي ذلك إلى تغير الكثافة، لذلك فإن سرعة الصوت

تتغير في طبقات الجو العليا.

3- تتغير سرعة الصوت مع اتجاه الرياح، فيجب أن تزداد أو تتناقص وفق كون الرياح موافقة أو معاكسة

لاتجاه الصوت.

4- تتغير سرعة الصوت مع الكثافة المولية للغاز (الوزن الجزيئي للغاز M)، ذلك لأن الذرات والجزيئات

تقوم بنقل الصوت، ولما كانت سرعة الجزيئة هي: $v_m = \left(\frac{3P}{\rho} \right)^{\frac{1}{2}}$ ، فيمكن أن نجد أن النسبة بين سرعة

الصوت وسرعة الجزيئة تُعطى بالعلاقة: $\frac{v}{v_m} = \frac{y}{3}$ ، مما يُظهر أنَّ سرعة الصوت لا يمكن أن تكون أكبر من سرعة الجزيئة الناقلة له.

ثانياً: الحل: نفرض أنَّ $\beta_1 = 10 \log \left(\frac{I_1}{I_0} \right)$ (1 درجة) و $\beta_2 = 10 \log \left(\frac{I_2}{I_0} \right)$ (1 درجة)، فيكون الفرق بين مستوي الشدتين هو:

$$\beta_2 - \beta_1 = 10(dB)[\log I_2 - \log I_1] = 10(dB) \log \left(\frac{I_2}{I_1} \right) \quad (2 \text{ درجة})$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 110 - 90 = 20dB \quad (2 \text{ درجة})$$

فالنسبة بين شدتي المنبعان هي: 10^2 .

ثالثاً: الشدة:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{25}{4\pi(2.5)^2} = 0.32 \text{ w/m}^2 \quad (1 \text{ درجة})$$

الجواب الثالث (22 درجة):

من نص المسألة لدينا الانتقال الآني للجسيم يُعطى بالعلاقة:

$$x = 12 \sin \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right] \quad (1)$$

ولدينا من المعادلة التي تُمثل الحل العام لمعادلة الحركة التوافقية البسيطة:

$$x = A \sin(wt + \varphi) \quad (2)$$

بمقارنة العلاقتين (1) و (2)، نجد:

$$A = 12cm \quad (1 \text{ درجة})$$

$$w = \frac{2\pi}{10} \quad (2 \text{ درجة})$$

$$w = 2\pi v \Rightarrow v = \frac{w}{2\pi} = 0.1Hz \quad (2 \text{ درجة})$$

$$T = \frac{1}{v} = 10sec \quad (2 \text{ درجة})$$

$$wt + \varphi = 0 \quad (1 \text{ درجة})$$

$$\varphi = \frac{\pi}{4} \quad (1 \text{ درجة})$$

$$t = 5sec \quad (2 \text{ درجة})$$

$$wt + \varphi = \left(\frac{2\pi}{10} \right) 5 + \frac{\pi}{4} = \pi + \frac{\pi}{4} \quad (2 \text{ درجة})$$

6- طور الحركة في اللحظة $t = 0$ يساوي: $\frac{\pi}{4}$ ، وطور الحركة في اللحظة $t = 15\text{sec}$ يساوي:

$$(wt + \varphi) = \left(\frac{2\pi}{10}\right) 15 + \frac{\pi}{4} = 3\pi + \frac{\pi}{4} \quad (2\text{درجة})$$

وعليه فرق الطور بين الموضعين هو الفرق بين الزاويتين ويساوي 3π (1درجة)

7- الانتقال x في اللحظة $t = 1.25\text{sec}$ يساوي:

$$x = 12 \sin \left[\left(\frac{2\pi}{10}\right) 1.25 + \frac{\pi}{4} \right] = 12 \text{ cm} \quad (2\text{درجة})$$

السرعة في اللحظة $t = 1.25\text{sec}$ تساوي:

$$v = \frac{dx}{dt} = wA \cos(wt + \varphi) = 12 \left(\frac{2\pi}{10}\right) \cos \left[\left(\frac{2\pi}{10}\right) \times 1.25 + \frac{\pi}{4} \right] = 0 \quad (2\text{درجة})$$

مما يشير إلى أن انتقال الجسم في هذه اللحظة يكون في نهايته العظمى لأن سرعة الجسم معدومة.

التسارع في اللحظة $t = 1.25\text{sec}$ يساوي:

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -w^2 A \sin(wt + \varphi) = -w^2 x = -\left(\frac{2\pi}{10}\right)^2 \times 12 = -4.73 \text{ cm/sec}^2 \quad (1\text{درجة})$$

إشارة السالب تعني أن اتجاه التسارع يعاكس اتجاه الانتقال، أي التسارع يتجه نحو موضع التوازن.

8- النهاية العظمى للانتقال تحدث عندما: $\sin \left[\left(\frac{2\pi}{10}\right) t + \frac{\pi}{4} \right] = 1$ وهذا يعني أن أقصى انتقال x

يساوي قيمة السعة 12 cm (1درجة)

النهاية العظمى للسرعة تحدث عندما: $\cos \left[\left(\frac{2\pi}{10}\right) t + \frac{\pi}{4} \right] = 1$ وتساوي

$v = 12 \left(\frac{2\pi}{10}\right) = 7.53 \text{ cm/sec}$ ، وهذه السرعة تحدث عندما يكون الجسم في مركز التوازن، أي عندما

$$x = 0 \quad (1\text{درجة})$$

النهاية العظمى للتسارع تحدث عندما: $\sin \left[\left(\frac{2\pi}{10}\right) t + \frac{\pi}{4} \right] = 1$ وتساوي

$$a = -12 \left(\frac{2\pi}{10}\right)^2 = -4.73 \text{ cm/sec}^2 \quad (1\text{درجة})$$

الجواب الرابع (18 درجة): (12 درجة للأول، 6 درجة للثاني)

أولاً: لكي تكون الموجة المعرفة بالعلاقة $S(x, t) = f(vt - x)$ موجة مستوية يجب أن تحقق معادلة

الانتشار لماكسويل ولذلك سنحسب $\frac{\partial^2 S}{\partial x^2}$ و $\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}$:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = v f'(vt - x) \quad (2\text{درجة})$$

$$\frac{\partial^2 S}{\partial t^2} = v^2 f''(vt - x) \quad (2\text{درجة})$$

$$\frac{\partial S}{\partial x} = -\dot{f}(vt - x) \text{ (درجة 2)}$$

$$\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} = \ddot{f}(vt - x) \text{ (درجة 2)}$$

ومنه نجد أن:

$$\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} \text{ (درجة 4)}$$

$$\frac{\partial^2 S}{\partial r^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} \text{ الموجة المذكورة هي موجة مستوية لأنها تحقق معادلة الانتشار لماكسويل}$$

ثانياً: من أجل الحالة الموافقة للرتبة $m=3$:

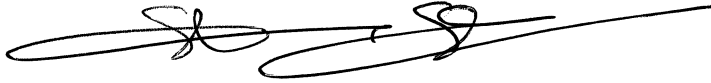
$$\lambda = \frac{y_m d}{mR} = \frac{(9.49 \times 10^{-3} m)(0.2 \times 10^{-3} m)}{(3)(1m)} \text{ (درجة 2)}$$

$$= 633 nm \text{ (اللون الأحمر) (درجة 3)}$$

يوافق هذا الهدب المضيء الرتبة $m = -3$ أيضاً. (درجة 1)

مدرسة المقرر: د. سمر عمران

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح



مقرر الاهتزازات والأمواج - س ² ك	 20-01-2022	جامعة طرطوس
الدرجة: 70 (سبعون)		كلية العلوم
مدة الامتحان ساعتان		قسم الكيمياء
اسم الطالب:		العام الدراسي 2021-2022م الفصل الدراسي الأول

السؤال الأول (10 درجات):

عرّف كلاً مما يلي: الضوء المستقطب دائرياً، الصوت، التداخل البناء، قرينة الانكسار لوسط ما، الأمواج العرضانية.

السؤال الثاني (20 درجة):

1- عدد شروط حادثة التداخل بين موجتين ضوئيتين وحيدتي اللون لهما التواتر الزاوي نفسه ومتفقتان بالطور؟

2- في تجربة تداخل موجتين بواسطة شقين يبعدان عن بعضهما بعضاً مسافة 0.2mm ويبعدان عن الحاجز مسافة 1m، يبعد الهدب المضيء الثالث $m=3$ عن الهدب المركزي مسافة 9.49mm، أوجد طول موجة الضوء المستخدم؟

3- أعد المسألة السابقة إذا علمت أن الهدب المضيء الثالث يبعد عن الهدب المركزي مسافة $y_3 = y_m = 7.5mm$ ، ماذا تستنتج؟

السؤال الثالث (22 درجة): يُعطى الانتقال الآني لجسيم يتحرك حركة توافقية بسيطة بالمعادلة: $x = 12 \sin \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right]$ حيث x تُقَدَّر بالسنتيمتر. والمطلوب: حساب مايلي:

- 1- السعة. 2- التردد. 3- الدور. 4- زاوية الطور البدئي. 5- زاوية الطور في اللحظة $t = 5sec$.
- 6- فرق الطور بين موضعين للجسيم يفصلهما فترة زمنية قدرها 15sec.
- 7- الانتقال والسرعة والتسارع في اللحظة $t = 1.25sec$.
- 8- النهاية العظمى للانتقال والسرعة والتسارع.

السؤال الرابع (18 درجة): افترض أن هوائي إرسال الأمواج الراديوية يبعدان عن بعضهما البعض مسافة 10m، وأن تردد الإرسال ازداد حتى $f = 60MHz$ ، ولنفرض أن الشدة العظمى للأمواج المرسلة $I_0 = 0.02 W/m^2$ على بعد 700m في النقطة الواقعة على متوسط الخط الفاصل بين الهوائيين المتماثلين وفي الاتجاه $\theta = 0$.

المطلوب: أوجد عند هذا البعد:

- 1- الشدة في الاتجاه $\theta = 4^\circ$.
- 2- الاتجاه الموافق لكون الشدة تساوي $\frac{1}{2} I_0$.
- 3- الاتجاهات الموافقة لانعدام الشدة.

مدرسة المقرر: د. سمر عمران

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

يُسمح باستخدام الآلة الحاسبة



الجواب الأول (10 درجات): (لكل تعريف 2 درجة):

الضوء المستقطب دائرياً: نقول عن ضوء وحيد اللون أنه مستقطب دائرياً عندما ترسم نهاية متجه الحقل الكهربائي دائرة، وبالتالي فرق الطور ثابت ($\delta = 90^\circ$)، وسعتي مركبات الحقل الكهربائي هي نفسها ($E_x = E_y$).

الصوت: هو اضطراب تضاعطي (سلسلة من الضغوط والتخلخلات المتناوبة) ينتقل في المادة بحيث يؤدي إلى اهتزاز طبلة الأذن وبالتالي الإحساس بالسمع، بمعنى آخر الصوت هو عبارة عن حركة اهتزازية موجية تنتشر في الهواء (أو وسط آخر) الذي تلامسه الأذن مباشرة، تتميز بدورها T (الذي يُقاس بالثانية) وبتردد f (الذي يُقاس ب Hz) وبتردد الزاوي w (الذي يُقاس ب $\frac{rad}{sec}$) وبطولها الموجي λ (الذي يُقاس بوحدات الطول) ويشعاع انتشارها K (الذي يُقاس بوحدة مقلوب الطول m^{-1} والذي يسمى بوحدة كايزر في الكيمياء) وبسرعة انتشارها v ، وتعتبر الأمواج الصوتية أمواجاً طولانية، ولا يمكن للصوت الانتقال في الفراغ.

التداخل البناء (constructive interference): عندما تتلاقى الأمواج على توافق في الطور فإنها تدعم بعضها بعضاً، وتساوي سعة الموجة المحصلة مجموع سعات الأمواج كلٌّ على حدى وهذا ما يسمى بالتداخل البناء (أي فرق المسير فيما بينها يساوي عدد صحيح من الأطوال الموجية $[r_2 - r_1 = m\lambda]$).

قرينة الانكسار المطلقة لوسط ما: بالنسبة لشعاع وحيد اللون بأنها نسبة سرعة الضوء في الخلاء إلى سرعته في وسط الانتشار أي: $n = \frac{c}{v}$ ، وبما أن سرعة الضوء في الخلاء أكبر منها في الوسط (في كل مجال الضوء المرئي) فإن قرينة الانكسار هي دائماً أكبر من الواحد وتابعة لتواتر الضوء المستخدم. أو قرينة الانكسار هي نسبة طول الموجة في الخلاء إلى طول الموجة في وسط الانتشار $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$.

الأمواج العرضانية: تسمى الموجة التي تنتشر بحيث يكون اتجاه الاهتزاز عمودياً على اتجاه انتشار الموجة بالموجة العرضانية، ومثال على ذلك: الأمواج التي تنتشر على وتر مشدود، والأمواج التي تنتشر على سطح الماء، وكذلك الأمواج الكهرومغناطيسية بما فيها أمواج الضوء.

الجواب الثاني (20 درجات): (10 للأول، 6 للثاني، 4 للثالث):

1- لحدوث ظاهرة التداخل بين موجتين ضوئيتين وحيدتي اللون يجب أن تحقق الموجتان (ترابطاً زمنياً ومكانياً)، أي يجب توفر الشروط التالية:

- الموجة الضوئية الصادرة من أحد المنبعين هي نفسها الصادرة من المنبع الآخر.
- الموجة الضوئية وحيدة اللون.
- أن يصدر الضوء من المنبعين بآن واحد.
- منابع الضوء نقطية.
- أن تحافظ الموجتان الصادرتان من المنبعين على فرق طور ثابت بينهما.
- وجود منبعين أو أكثر.

2- الحل: نطبق المعادلة التالية من أجل λ من أجل الحالة الموافقة للرتبة $m=3$:

$$(3) \lambda = \frac{y_m d}{mR} = \frac{(9.49 \times 10^{-3} m)(0.2 \times 10^{-3} m)}{(3)(1m)} = 633nm \text{ (اللون الأحمر) (درجة2)}$$

يوافق هذا الهدب المضيء الرتبة $m = -3$ أيضاً. (درجة1)

3- الطلب الثالث:

$$(2) \lambda = \frac{y_m d}{mR} = \frac{(7.5 \times 10^{-3} m)(0.2 \times 10^{-3} m)}{(3)(1m)} = 500nm \text{ (اللون الأخضر) (درجة2)}$$

نستنتج أن تباعد الأهداب يتناسب طردياً مع طول موجة الضوء المستخدم، وتكون متباعدة أكثر من أجل الضوء الأحمر منها من أجل الضوء الأخضر. (درجة2)

الجواب الثالث (22 درجة):

من نص المسألة لدينا الانتقال الآني للجسيم يُعطى بالعلاقة:

$$x = 12 \sin \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right] \quad (1)$$

ولدينا من المعادلة التي تُمثل الحل العام لمعادلة الحركة التوافقية البسيطة:

$$(2) x = A \sin(\omega t + \varphi) \text{ (درجة2)}$$

بمقارنة العلاقتين (1) و (2)، نجد:

1- السعة تساوي: $A = 12cm$ (درجة1)

2- التواتر الزاوي يساوي: $\omega = \frac{2\pi}{10}$ ، ومن العلاقة بين التواتر الزاوي والتواتر الخطي (التردد) لدينا:

$$\omega = 2\pi\nu \Rightarrow (1) \nu = \frac{\omega}{2\pi} = 0.1Hz \text{ (درجة2)}$$

3- الدور: $T = \frac{1}{\nu} = 10sec$ (درجة2)

4- إن زاوية طور الحركة هي $(\omega t + \varphi)$ ، وزاوية الطور البدئي نحصل عليها بوضع $t = 0$ ، أي أن

$$\text{الطور البدئي يساوي إلى: } \varphi = \frac{\pi}{4} \text{ (درجة1)}$$

5- طور الحركة في اللحظة $t = 5sec$ يساوي:

$$(\omega t + \varphi) = \left(\frac{2\pi}{10} \right) 5 + \frac{\pi}{4} = \pi + \frac{\pi}{4} \text{ (درجة2)}$$

6- طور الحركة في اللحظة $t = 0$ يساوي: $\frac{\pi}{4}$ ، و طور الحركة في اللحظة $t = 15sec$ يساوي:

$$(2) (\omega t + \varphi) = \left(\frac{2\pi}{10} \right) 15 + \frac{\pi}{4} = 3\pi + \frac{\pi}{4} \text{ (درجة2)}$$

وعليه فرق الطور بين الموضعين هو الفرق بين الزاويتين ويساوي 3π (1 درجة)

7- الانتقال x في اللحظة $t = 1.25 \text{ sec}$ يساوي:

$$x = 12 \sin \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) 1.25 + \frac{\pi}{4} \right] = 12 \text{ cm} \text{ (2 درجة)}$$

السرعة في اللحظة $t = 1.25 \text{ sec}$ تساوي

$$v = \frac{dx}{dt} = wA \cos(wt + \varphi) = 12 \left(\frac{2\pi}{10} \right) \cos \left[\left(\frac{2\pi}{10} \times 1.25 \right) + \frac{\pi}{4} \right] = 0 \text{ (2 درجة)}$$

مما يشير إلى أن انتقال الجسم في هذه اللحظة يكون في نهايته العظمى لأن سرعة الجسم معدومة.

التسارع في اللحظة $t = 1.25 \text{ sec}$ يساوي

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -w^2 A \sin(wt + \varphi) = -w^2 x = - \left(\frac{2\pi}{10} \right)^2 \times 12 = -4.73 \text{ cm/sec}^2 \text{ (1 درجة)}$$

إشارة السالب تعني أن اتجاه التسارع يعاكس اتجاه الانتقال، أي التسارع يتجه نحو موضع التوازن.

8- النهاية العظمى للانتقال تحدث عندما: $\sin \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right] = 1$ وهذا يعني أن أقصى انتقال لـ x

يساوي قيمة السعة 12 cm . (1 درجة)

النهاية العظمى للسرعة تحدث عندما: $\cos \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right] = 1$ وتساوي

$v = 12 \left(\frac{2\pi}{10} \right) = 7.53 \text{ cm/sec}$ ، وهذه السرعة تحدث عندما يكون الجسم في مركز التوازن، أي عندما

$x = 0$. (1 درجة)

النهاية العظمى للتسارع تحدث عندما: $\sin \left[\left(\frac{2\pi}{10} \right) t + \frac{\pi}{4} \right] = 1$ وتساوي

$$a = -12 \left(\frac{2\pi}{10} \right)^2 = -4.73 \text{ cm/sec}^2 \text{ (1 درجة)}$$

الجواب الرابع (18 درجة):

طلب (أ) تتضمن هذه المسألة توزيع الشدة كتابع للزاوية، وبما أن البعد المساوي 700 m والذي يفصل

الأتنينين عن النقطة التي تُقاس عندها الشدة أكبر بكثير من البعد $d = 10 \text{ m}$ فيما بينهما فإن

سعات الأمواج الصادرة عن المنبعين متساوية تقريباً.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{60 \times 10^6 \text{ Hz}} = 5 \text{ m} \text{ (2 درجة)}$$

إذا المسافة الفاصلة بين الأنتينين d تساوي مثلي طول الموجة تماماً، ولذلك فإن: $\frac{d}{\lambda} = \frac{10}{5} = 2$ (2درجة)

$$I = I_0 \cos^2\left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta\right) = I_0 \cos^2((2\pi \text{ rad}) \sin \theta) \quad (2\text{درجة})$$

عندما $\theta = 4^\circ$ ، ينتج لدينا:

$$I = I_0 \cos^2((2\pi \text{ rad}) \sin 4^\circ) = 0.82 I_0 = 0.82 \left(0.02 \frac{W}{m^2}\right)$$

$$I = 0.016 W/m^2 \quad (2\text{درجة})$$

طلب (2): تتحقق المساواة $I = \frac{I_0}{2}$ عندما يساوي $\cos$ في المعادلة (13) $\pm \frac{1}{\sqrt{2}}$ ، وأصغر الزوايا التي يحدث عندها ذلك يوافق:

$$2\pi \sin \theta = \pm \frac{\pi}{4} \Rightarrow \sin \theta = \pm \frac{1}{8} = \pm 0.125 \Rightarrow \theta = \pm 7.2^\circ \quad (2\text{درجة})$$

طلب (3): تساوي الشدة الصفر عندما:

$$\cos[(2\pi \text{ rad}) \sin \theta] = 0 \quad (2\text{درجة})$$

$$2\pi \sin \theta = \pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{3\pi}{2}, \pm \frac{5\pi}{2}, \dots \quad \text{وهذا يحدث عندما:}$$

$$\sin \theta = \pm 0.25, \pm 0.75, \pm 1.25, \dots \quad \text{أو عندما:}$$

قيم $\sin \theta$ الأكبر من الواحد لا معنى لها ولذلك فإنّ الجواب ينحصر في $\theta = \pm 14.5^\circ, \pm 48.6^\circ \quad (2\text{درجة})$

مدرسة المقرر: د. سمر عمران

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

