كلية العلوم

القسم : **الفيزياء**

السنة : **الاولى**

المادة : بصريات هندسية

المحاضرة :الاولى/نظري/د.خديجة

{{ A to Z مكتبة }}

Facebook Group : A to Zمكتبة

2026

كلية العلوم

4

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

ضوء الهندسي
سنة أولى

(1)

المحاضرة الأولى

يهتم علم الضوء الهندسي بدراسة خصائص الضوء وآلية انتشاره في الوسط المادي والفراغ. ويهتم بدراسة الضوء المرئي وغير المرئي مثل الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية.

في البداية كان يعتقد الانسان أن العين هي منبع الضوء تخرج منها وتسقط على الأجسام فتنيرها وظن أن الأشياء هي التي تشعر بالعين لا العكس.

بعض علماء اليونان مثل اقليدس وبطليموس قالوا إن الابصار يتم بخروج شيء من العين إلى الجسم فينيره ويصبح مرئياً.

بينما آخرون قالوا إن الابصار يتم بخروج شيئا من الجسم المنظور إلى العين.

وآخرون قالوا هناك شيئا يخرج من العين والجسم المنظور في الوقت نفسه وعند التقاء الشيئان مع بعضهما البعض تحدث الرؤية.

وضع اقليدس أسس الضوء الهندسي في كتابه البصريات حيث كان الشعاع الضوئي أهم مفهوم في الضوء الهندسي. وأن الشعاع الضوئي ينطلق من العين إلى الجسم المرئي وعرف قانون الانعكاس وفسر عدم رؤية الأشياء ليلاً بأن العين لا تخرج في الظلام الأشعة الخفية إلا إذا صادفت أشعة العين الجسم وبذلك يعد اقليدس من مؤسسي علم الضوء الهندسي حتى جاء الحسن بن الهيثم وفسر عملية الابصار حيث عزى احساس الرؤية إلى عامل أو مؤثر خارجي له وجود واسماه **الضوء**

وبالتالي هناك علوم فيزيائية متنوعة منها:

(1) علم الضوء الهندسي: يستخدم مفهوم الشعاع الضوئي الذي يجتاز وسط ضوئي متجانس وفق خط مستقيم

(2) علم الضوء الفيزيائي: يدرس تداخل وانعراج الضوء - استقطاب الضوء - الانكسار المضاعف

(3) علم الضوء الكمي يدرس التأثير المتبادل بين الضوء والمادة مثل الفعل الكهروضوئي.

(4) علم الضوء اللاخطي: يدرس التأثير المتبادل بين الاشعاع عالي الطاقة والمادة.

(5) علم الأطياف: يدرس الاشعاعات المنبعثة من الضوئية المختلفة مثل الشمس ومصابيح الانفراغ الكهربي وحلقات اللهب.

المبادئ الأساسية في الضوء الهندسي

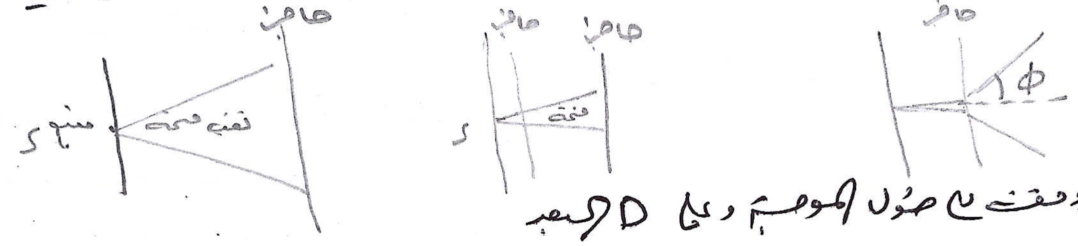
الضوء الهندسي تتضمن دراسة الانعكاس - الانكسار - باستخدام الأجهزة كالمرايا المستوية والكروية - العدسات - الموشور.

(1) انتشار الضوء في خطوط مستقيمة: أي ينتشر الأشعة الضوئية في خطوط مستقيمة

وينتشر الضوء في الوسط المتجانس الشفاف وفق خط مستقيم.

- إذا كانت الفتحة كبيرة يمر الضوء بشكل كبير وإذا كانت الفتحة صغيرة يصغر الضوء

عندما يصبح منفذ الضوء صغيراً جداً فإن الضوء سينحرف عن مساره الأصلي وهنا نتوصل أن مبدأ انتشار الضوء غير محقق. وتسمى الحالة هنا بظاهرة الانعراج أو الحيود

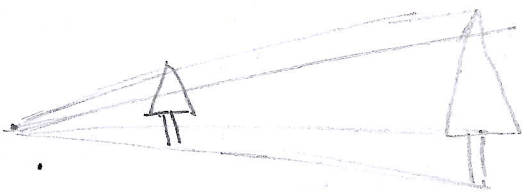


وهنا زاوية الانفراج Φ ستتوقف على طول الموجة وعلى D البعد

$$\Phi \sim \frac{\lambda}{D}$$

نعرف الشعاع الضوئي كل مستقيم يسير وفقه الضوء وهو مفهوم رياضي مجرد.

للإحاطة الانتشار المستقيم للضوء يوضح في تشكل الأشكال للأجسام الموضوعة في طريق حزمة ضوئية كما في الشكل المجاور.

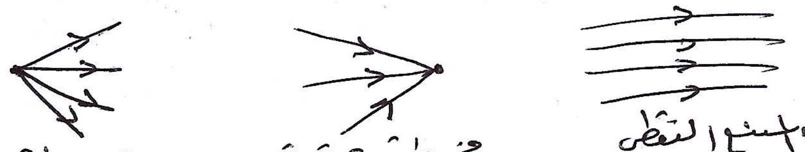


ولتوضيح الشكل التالي أن شعاع واحداً من الأشعة الصادرة من النقطة O يمر في الثقب
1) النقطة O' باتجاه الستار. والشعاع المنبعث من النقطة P يمر خلال الثقب ليصل إلى
النقطة P' ويتكون ظل مقلوب للجسم المضاء

صندوق ذو ثقب

② مبدأ استقلال الحزم الضوئية

تتألف الحزمة الضوئية من مجموعة من الأشعة الضوئية التي تصدر من منبع نقطي واحد



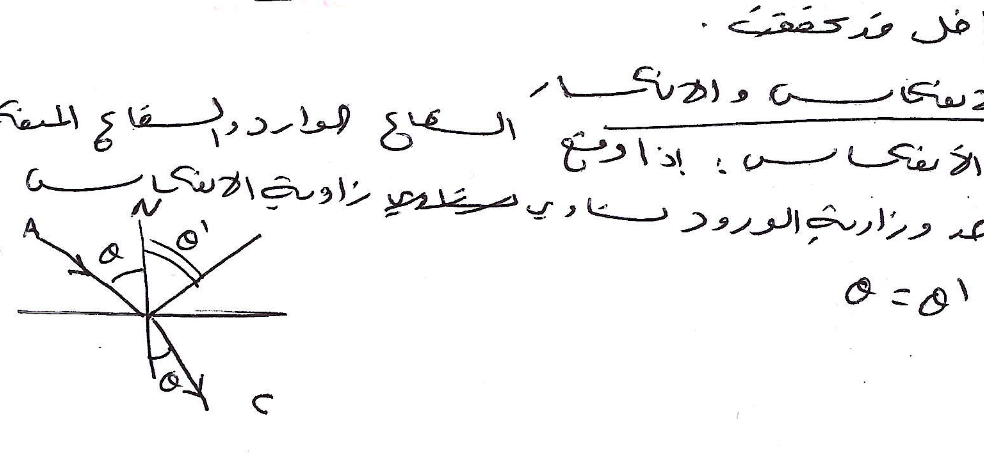
مخروطية متباعدة — مخروطية متقاربة. — هنا المنبع النقطي في اللانهاية

ظاهرة التداخل عندما تتراكب موجتان ضوئيتان في وسط ذات اتجاه معين فإننا نطبق مبدأ التراكب لإيجاد تأثير إحداهما على الأخرى وينص مبدأ التراكب أن محصلة إزاحة موجتين ضوئيتين في أية نقطة تساوي مجموع الإزاحتين العائدتين إلى الموجتين المتراكبتين وعندما يحصل التطابق بين الموجتين أي أكثر دالها التردد نفسه نقول أن ظاهرة التداخل قد تحققت.

③ قانون الانعكاس والانكسار

نعرف قانون الانعكاس: إذا وقع الشعاع الوارد والشعاع المنعكس والناظم في مستوي واحد وزاوية الورود تساوي زاوية الانعكاس

$$\theta = \theta'$$



(3)

$\omega = \frac{2\pi}{T}$

. مسقط النقطة P على XX' هو $X = A\cos\theta$

$X = A\cos\omega t$

A: سعة الاهتزاز أي مطال الحركة الاهتزازية   θ: طور الحركة الاهتزازية بالراديان

ω: سرعة زاوية.

معادلة الموجة

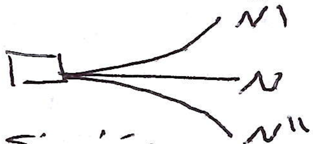
تنقل الموجة الطاقة من نقطة إلى أخرى مسافات دون أن تنقل جسيمات الوسط معها وتعتبر الموجة حاملًا للطاقة إذا كان المنبع ذات تواتر فإن كل نقطة من الوسط تهتز بتواتر ν

تسمى المسافة بين نقطتين متوافقتين متتاليتين بطول الموجة ويرمز لها بالرمز λ

وتنتقل الموجة مسافة مقدارها λ عندما يهتز الجسيم في كل مرة اهتزازة واحدة تنتقل الموجة مسافة مقدارها λν ⟸ $v = \lambda \cdot \nu$

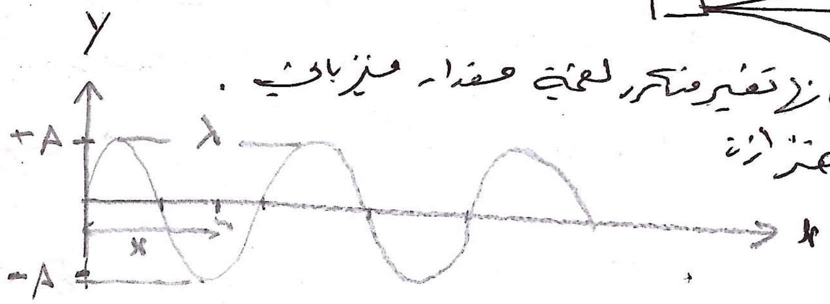
طول الموجة تتغير من نقطة إلى أخرى

مثال صفيحة معدنية مرنة نثبت أحد طرفيها ونحرك الطرف الآخر من موضع توازنه N إلى N' ونتركه نلاحظ أنه يبدأ بالاهتزاز بين الموضعين N' و N'' المتناظرين بالنسبة إلى موضع التوازن N [illegible] بالمال فوق الثانية تقوم النقطة N بالحركة الاهتزازية



منشأ الاهتزازة. تعرف الاهتزازة: بأنها تغير متكرر لكمية مقدار فيزيائي.

أما الموجة هي عملية انتشار الاهتزازة



نعتبر معادلة الانزياح y للنقطة N من الجسم المهتز N و n الزمن t

في مبدأ الزمن يكون $Y = A\cdot\sin\omega t$

$\omega = 2\pi\nu$ التواتر الزاوي للحركة الاهتزازية وهو يمثل عدد الزوايا خلال 2π ثانية واحدة $rad\,s^{-1}$

في مبدأ الزمن الطور = 0 $\phi = 0$ ويختلف بالحركة.

تختلف الطور في النقطة التي تبعد بمقدار λ عن الطرف في المبدأ بمقدار 2π ويعبر عنه

الاهتزاز φ في النقطة التي تبعد x هو

$\phi = \frac{2\pi}{\lambda}x$

مقدار انزياح الجسيم الذي يبعد بمقدار x عن المبدأ

$Y = A\sin(\omega t - \phi) \Rightarrow$

$Y = A\sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x)$ $\omega = 2\pi\nu$

$Y = A\sin(2\pi\nu t - \frac{2\pi}{\lambda}x)$ نخرج 2π عامل مشترك

$Y = A\sin 2\pi(\nu t - \frac{x}{\lambda})$ $\nu = \frac{1}{T}$

$$Y = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$\frac{1}{T} = \nu \Rightarrow$
$v = \lambda \cdot \nu \Rightarrow$
$\nu = \frac{v}{\lambda}$

$$Y = A \sin 2\pi \left(\frac{v t}{\lambda} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

نخرج λ عامل مشترك

$$Y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (v t - x)$$

حيث $K = \frac{2\pi}{\lambda}$ (مفهوم العدد الموجي)

$$Y = A \sin (\omega t - K x)$$

المعادلة تمثل موجة مستوية تنتشر مستقيمة عن المبدأ أي من اليسار إلى اليمين

أما الموجة المعاكسة المعتبرة تأخذ شكل

$$Y = A \sin (\omega t + K x)$$

وهناك نوع آخر من الأمواج تسمى الأمواج الكروية البسيطة

$$Y = \frac{a}{r} \sin (\omega t - r)$$

A ... x

r : بعد النقطة المهتزة عن منبع الاهتزاز

حيث تم استبدال A بـ $\frac{a}{r}$ و X بـ r وذلك لأنه مطال الموجة يتناسب عكساً مع البعد عن منبع الاهتزازات في حالة الأمواج الكروية البسيطة.

$$v = \frac{dY}{dt} = A \cos (\omega t) \cdot \omega$$

السرعة: هي مشتق المسافة

$$v = -A \omega \sin (\omega t)$$

$$a = \frac{dv}{dt} = -A \omega^2 \sin (\omega t)$$

التسارع

أنواع الأمواج

- طولية : جهة الاهتزاز منطبقة على جهة الانتشار ، مثال الأمواج الصوتية
- العرضية " " عمودية على جهة انتشار الموجة مثل الأمواج الكهربائية

الحركة الدورية : هي حركة تتكرر في فترات زمنية متساوية تدعى حركة دورية ويدعى هذا الزمن بدور الحركة وهو مقلوب التواتر مثل تأرجح بندول الساعة.

مطلوب حل : المسائل ص 44 وص 45

(2)

- قانون الانكسار: يقع الشعاع الوارد والشعاع المنكسر والناظم من نقطة الورود في مستوٍ واحد، ونسبة جيب زاوية الورود إلى جيب زاوية الانكسار تساوي مقدار ثابت

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = n_{21}$$

θ_1: زاوية الورود θ_2 زاوية الانكسار. المقدار الثابت $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$

قرينة انكسار الوسط: هي نسبة سرعة الضوء في الخلاء c إلى سرعته في الوسط v_m

$$n = \frac{c}{v_m}$$

$$n_1 = \frac{c}{v_1} \quad و \quad n_2 = \frac{c}{v_2} \qquad n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\frac{c}{v_2}}{\frac{c}{v_1}} = \frac{v_1}{v_2}$$

تختلف قرينة الانكسار من وسط لآخر وتتعلق بكثافة الوسط المادي الذي سينتشر فيه الضوء والخواص الخاصة به وبالبنية الشبكية البلورية والبنية الجزيئية للمادة ودرجة الحرارة والضغط وطول موجة الضوء المستخدم

أما سرعة الضوء في الخلاء فهي واحدة.

الضوء المركب: هو ضوء مركب من مجموعة من التواترات المختلفة مثل ضوء الشمس.

- الضوء وحيد اللون: له تواتر محدد يبقى ثابتاً عندما ننقل هذا الضوء من الفراغ (قرينة انكساره تساوي الواحد) إلى وسط آخر شفاف قرينة انكساره n وطول موجته λ'

$$v = \lambda' \cdot \nu \Rightarrow \lambda' = \frac{v}{\nu}$$

أما طول موجته في الفراغ $\Leftarrow \lambda = \frac{c}{\nu}$

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{\frac{v}{\nu}}{\frac{c}{\nu}} = \frac{v}{c} = \frac{1}{n}$$

(هام)

ولما كانت قرينة الانكسار أكبر من الواحد $\Leftarrow$ $\lambda' < \lambda$ أي طول موجته في الوسط أصغر من طول الموجة في الخلاء

النظرية الكهرطيسية للضوء

وجد ماكسويل أن الضوء عبارة عن أمواج كهرطيسية تنتشر بالخلاء بسرعة ثابتة

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \cdot \varepsilon_0}} = 3 \cdot 10^{8}\ m \cdot s^{-1}$$

$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi \times 9 \times 10^{9}} \cdot \frac{F}{m}$ ثابت العزل الكهربائي بالخلاء

$\mu_0 = 4\pi 10^{-7}\ \frac{H}{m}$ ثابت النفوذية المغناطيسية للخلاء.

استطاعت نظرية ماكسويل تفسير الظواهر المتعلقة بمجال طيف الأمواج الكهرطيسية ومجال الطيف المرئي الذي هو جزء من طيف الأمواج الكهرطيسية الذي يتكون من عدد كبير من الأمواج مثل الأشعة السينية - أشعة غاما - أشعة الكونية والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية - الأمواج اللاسلكية (الأمواج الراديوية القصيرة والمتوسطة والطويلة)

الضوء المرئي: عبارة عن موجات كهرطيسية تتراوح أطوالها من $7600 A^\circ$ (الأشعة حمراء) حتى $4000 A^\circ$ (الأشعة بنفسجية)

الطيف المرئي يتحدد بالأطوال الموجية التالية

بنفسجي $4000 - 4500 A^\circ$

أزرق $4500 - 5000 A^\circ$

أخضر $5000 - 5500 A^\circ$

أصفر $5500 - 600 A^\circ$

برتقالي $6000 - 6500 A^\circ$

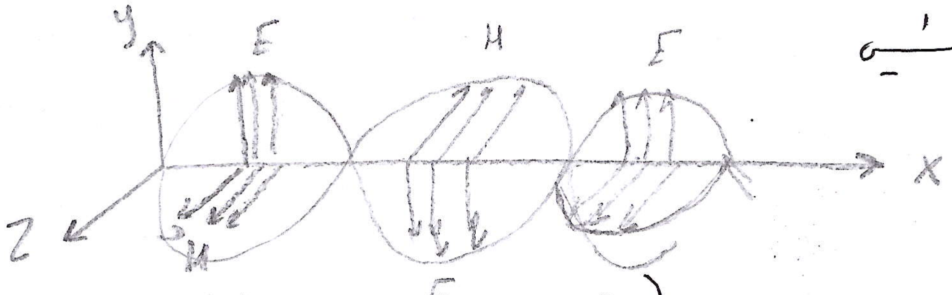
أحمر. $6500 - 7600 A^\circ$

واحدات أطوال الأمواج:

$1A^\circ$	$1nm$	$1\mu m$
أنغستروم	نانومتر	ميكرومتر.

$$1\mu m = 10^{-6} m$$
$$1 nm = 10^{-9} m$$
$$1 A^\circ = 10^{-10} m$$

شكل الحقل الكهرطيسي



$$E = E_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$$
$$H = H_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

صفات الأمواج الكهرطيسية

1- تنتشر الأمواج الكهرطيسية في الخلاء بسرعة واحدة تساوي $3.10^{8} m s^{-1}$

2- تتميز الأمواج الكهرطيسية بتواتر ν ودور T وطول موجة λ

$$\nu = \frac{1}{T} \quad و \quad T = \frac{1}{\nu}$$

حيث T الدور (بالثانية) ν التواتر H_z

$$1H_z = \frac{1}{Sec}$$

3- يتكون الضوء من كمات منفصلة وهي حبيبات صغيرة تتوزع على كامل الموجة وتسمى الفوتونات

تتحرك بسرعة الضوء — طاقة

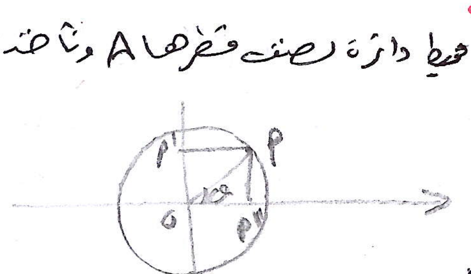
$$\varepsilon = h.\nu$$

$h = 6.62.10^{-34} J.S$ ثابت بلانك

- الأمواج والحركة الموجية

(1) الحركة الاهتزازية التوافقية البسيطة

نقطة مادية P تتحرك بسرعة زاوية ثابتة على محيط دائرة نصف قطرها A ونأخذ مسقط P على المحور y وليكن P'



$$\theta = \omega . t$$

مسقط OP على المحور y

$$OP' = \underbrace{OP}_{A} . \sin\theta \Rightarrow OP' = A \sin \omega t$$

مكتبة
A to Z
للخدمات الجامعية

مكتبة A to Z