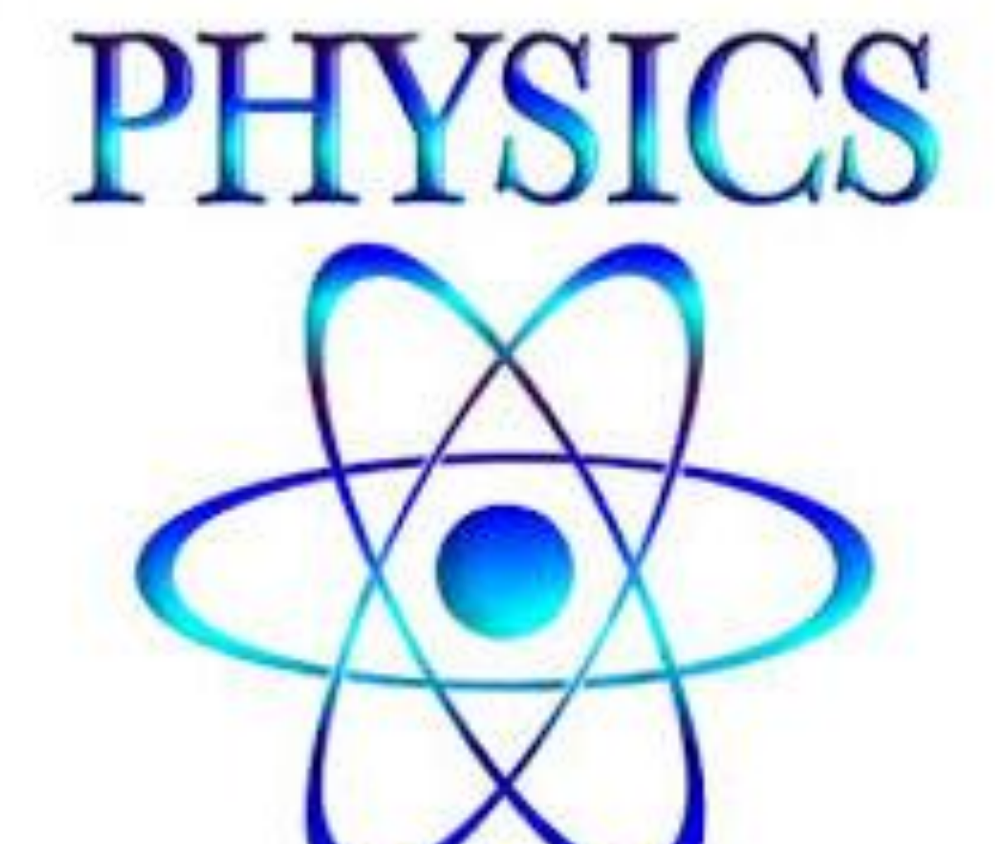
الجامعة السورية الخاصة
كلية هندسة الحاسوب والمعلوماتية

الفيزياء (1)

لطلاب هندسة الحاسوب والمعلوماتية

(نظري+ عملي)



إعداد : أ. روز محمد

2019-2018

الجزء النظري

القوة

- القوة : هي معدل تغير كمية الحركة "الاندفاع" بواحدة الزمن:

$$\vec{F}=\frac{d\vec{P}}{dt}=\frac{d(m.\vec{\vartheta})}{dt}$$

حالة خاصة: في الميكانيك التقليدي تكون السرعة صغيرة بالنسبة لسرعة الضوء ومن أجل جسم ثابت الكتلة :

$$\vec{F}=\frac{d\vec{P}}{dt}=\frac{d(m.d\vec{\vartheta})}{dt}=m.\vec{a}$$

- القوى المحافظة:

نعرف القوة بأنها قوة محافظة إذاكان عمل هذه القوة لا يتعلق بالطريق المسلوك من الوضع البدائي إلى الوضع النهائي للجملة.

فالقوى المحافظة هي إذاً تابعة للحالة "الموقع "

العمل $$W=\int_1^2 \vec{F}.d\vec{r}=u_2-u_1$$

حيث أن : u_2-u_1 مقدار تغير الطاقة الداخلية للجملة "الجسم"

إن $\vec{F}$ هي أشعة لها مساقط F_x, F_y, F_z

إن $\vec{r}$ هي أشعة لها مساقط dx, dy, dz

ملاحظة: عمل القوى المحافظة على مسار مغلق معدوم :

$$W=\oint \vec{F}.d\vec{r}=0$$

حيث أن :

$$W=\oint dw=\oint F_x.dx+F_y.dy+F_z.dz=0$$

أي أن العلاقة السابقة لا يمكن أن تكون محققة إلا إذا كان عنصر لعمل ناتج عن تفاضل تام لتابع سلمي يتعلق بالموقع فقط (x,y,z).

$$dw=du=\vec{F}.d\vec{r}=F_x dx+F_y dy+F_z dz=\vec{F}.d\vec{r}$$

- أمثلة على القوى المحافظة:

1. قوى التجاذب الكوني وهي تعطى بالعلاقة :

$$\vec{F_g} = -G\frac{M_1 M_2}{r^2}.\vec{u}$$

حيث أن :

$\vec{u}$ شعاع الواحدةعلى المحور

G ثابت التجاذب الكوني

2. قوة الثقالة:

$$\vec{F} = m.\vec{g}$$

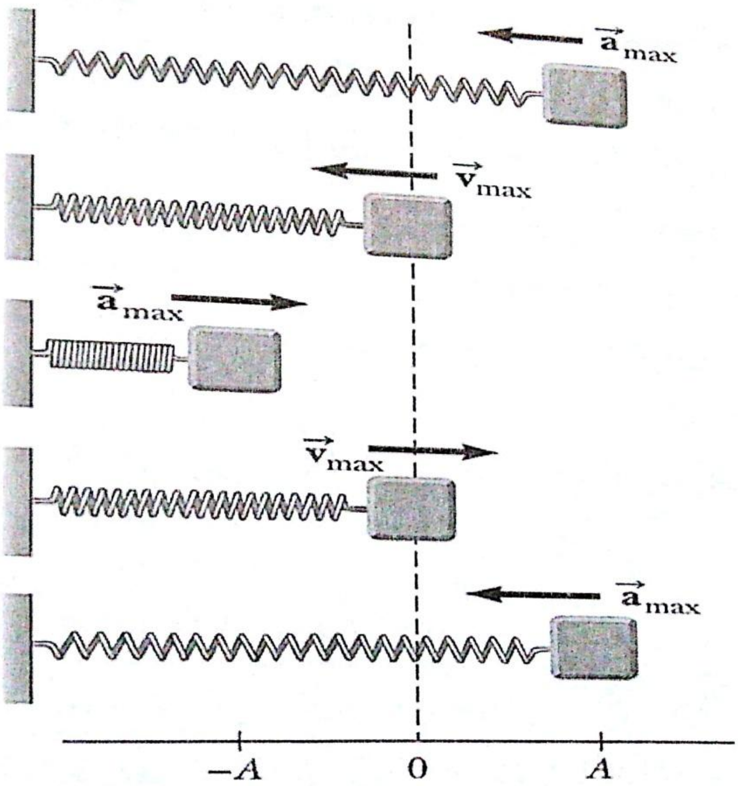
3. قوة التنافر والتجاذب الكهربائي :

$$\vec{F}_e = k\frac{q_1 q_2}{r^2}.\vec{u}$$

4. قوة إرجاع نابض هوك:

$$\vec{F} = -k_x.\vec{u}$$

الظواهر الاهتزازية البسيطة



من أجل دراسة الحركة الاهتزازية من الضروري إدخال بعض المصطلحات:

إن المسافة x التي يُبعد فيها الجسم عن موضع توازنه في اللحظة الزمنية t تسمى الإزاحة.

إن المسافة العظمى للإزاحة عن وضع توازن الثقل تسمى السعة ويرمز لها بالرمز A.

إن الحركة من أي نقطة بدائية حتى العودة إلى هذه النقطة (على سبيل المثال من النقطة $x = A$ حتى النقطة $x = -A$ وبالعكس حتى $x = A$) تسمى بالاهتزازة التامة.

نعرف الدور T بالزمن الذي يتحقق خلاله اهتزازه تامة.

وبالتالي التواتر f يعين الاهتزازات التامة في الثانية الواحدة.

يقدر التواتر بواحدة الهرتز (Hz) : أي دورة واحدة في الثانية $(1Hz = 1\sec^{-1})$

ومما سبق يمكننا أن نكتب:

$$f = \frac{1}{T} \quad ,T = \frac{1}{f}$$

- **<u>فالظواهر الاهتزازية البسيطة</u>** : هي حركات دورية تكرر نفسها خلال أزمنة متساوية أي أن كل حركة اهتزازية توافقية هي حركة دورية نعبر عنها بتابع دوري ولكن بشرط أساسي كي

- تكون دورية هو أن تكون سعة الحركة والقوة الجيبية متناسبان طرداً وهذا يتحقق إذا كانت مطالات الحركة صغيرة بغض النظر هل هي موضع أو زاوية.
- إن الحركة الاهتزازية التوافقية البسيطة هي حركة تخضع لتأثير قوى محافظة وبالتالي عملها على مسار مغلق معدوم وحلول المعادلة التفاضلية التي تمثل تغيرات المطال بدلالة الزمن لها شكل عام يعطى بـ:

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\omega^2 x=0$$

ω : ثابت يتعلق بطبيعة الظاهرة ويمثل نبض الحركة

تقبل هذه المعادلة حل عام من الشكل:

$$x=A\ \cos(\omega t+\varphi)$$

حيث أن A,φ هما ثابتان يتعلقان بالشروط الابتدائية للظاهرة

حيث يمكن تحديد السرعة في كل لحظة للجسم كما يلي:

$$\frac{dx}{dt}=\vartheta=-\omega A\ \sin(\omega t+\varphi)$$

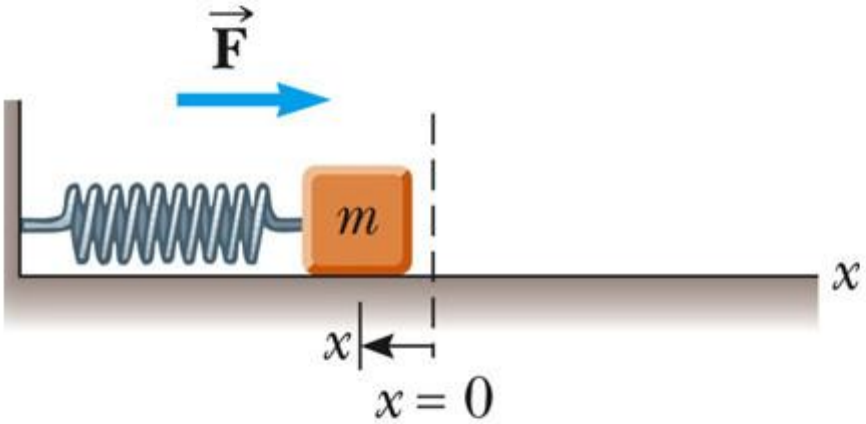
وتسارع الحركة :

$$\frac{d^2x}{dt^2}=\frac{d\vartheta}{dt}=a=-\omega^2 A\cos(\omega t+\varphi)$$

- انتهت المحاضرة -

الحركة الاهتزازية التوافقية

❖ في حال الحركة الاهتزازية التوافقية البسيطة تحت تأثير نابض مرن ثابت صلابته K معلق به جسم كتلته m وبجعل قوى الاحتكاك معدومة لنثبت أنها تحقق المعادلة (*) :



أي أن الجملة مهتزة وفيها قوى الإرجاع التي تتناسب طرداً مع الإزاحة مأخوذة بإشارة معاكسة ($F_{Hooke} = -Kx$) حيث أنها تنجز اهتزازات توافقية .

$$F_{Hooke} = F_{Newton}$$

$$\vec{F} = m.\vec{a}$$

$$-Kx = m.\frac{d\vartheta}{dt} \Rightarrow$$

$$-Kx = m.\frac{d^2x}{dt^2} \Rightarrow$$

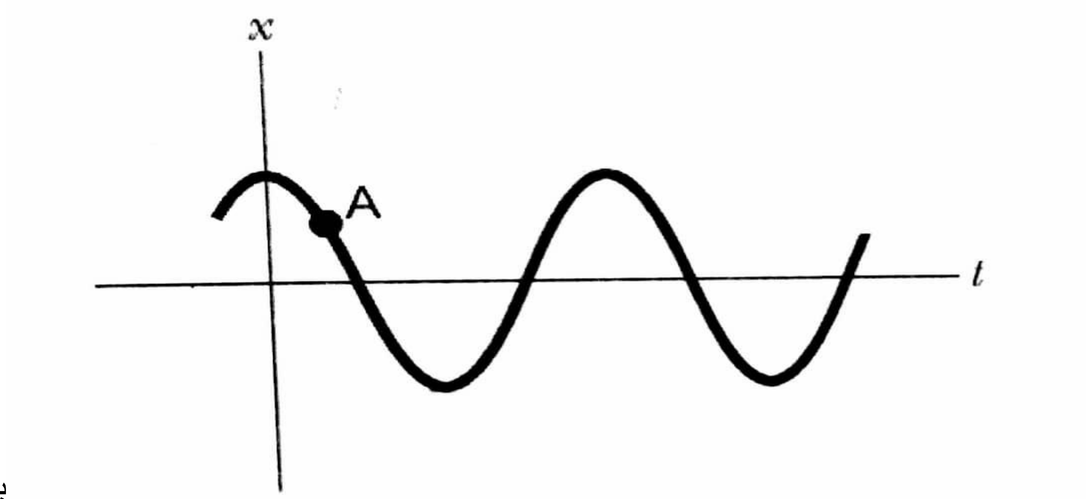
$$\frac{m.d^2x}{dt^2} + Kx = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{Kx}{m} = 0$$

$$but : \frac{K}{m} = \omega^2$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

بفرض أن التمثيل البياني لجسم يتحرك بحركة توافقية بسيطة وفق المعادلة (**)



بما أن حركة الجسم المهتز تتكرر بدور يساوي T في اللحظة الزمنية $t = T$ يجب أن يقع الجسم في نفس النقطة ويتحرك في نفس الاتجاه كما هو في اللحظة الزمنية $t = 0$. وبما أن الـ $\sin, \cos$ تابعان يتغيران بدور قدره 2π راديان نجد أن:

$$\omega T = 2\pi \Rightarrow$$

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

$$x = A\cos(\frac{2\pi\, t}{T} + \varphi) \Rightarrow$$

$$x = A\cos(2\pi\ f\ t + \varphi)$$

$$but\ \ \omega^2 = \frac{K}{m}$$

بالإمكان أن نكتب :

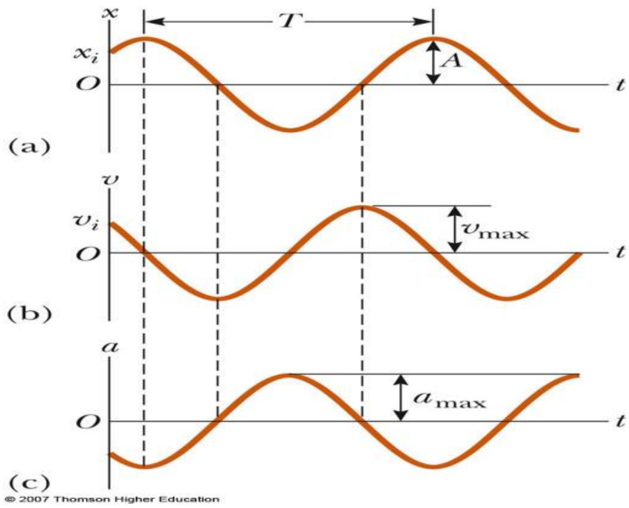
$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$$

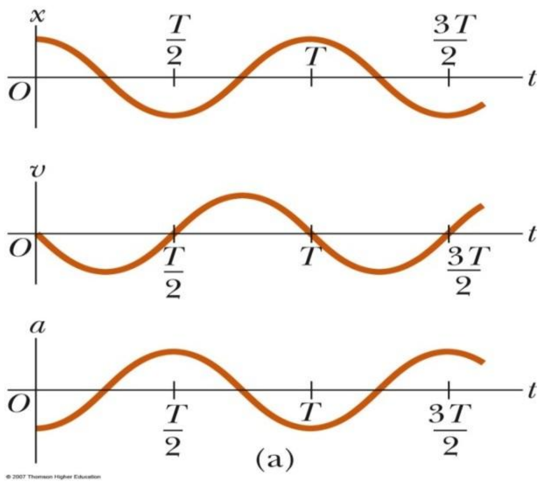
فنلاحظ أن تواتر ودور الاهتزاز لا يتعلقان بالسعة.

وفق ما سبق أصبحنا نستطيع تمثيل الحالات التالية :

1. الازاحة x والسرعة ϑ والتسارع a عندما $\varphi = 0$

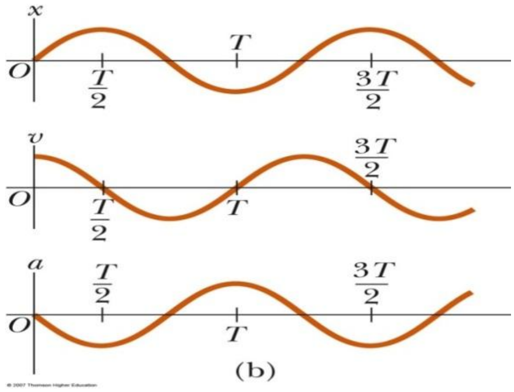


2. عند $[t = 0, \quad x(0) = A, \quad \vartheta(0) = 0]$



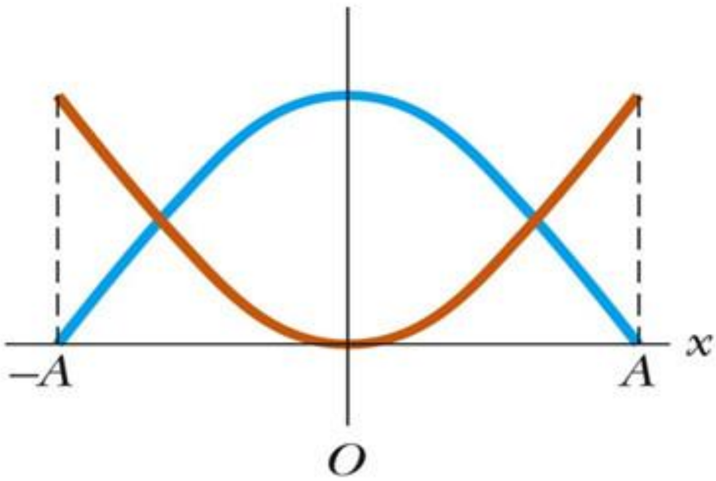
$$\varphi = 0 \Rightarrow$$
$$a = \pm\omega^2 A \ in \ A$$
$$\& \quad \vartheta = \pm\omega A \ in \ x = 0$$

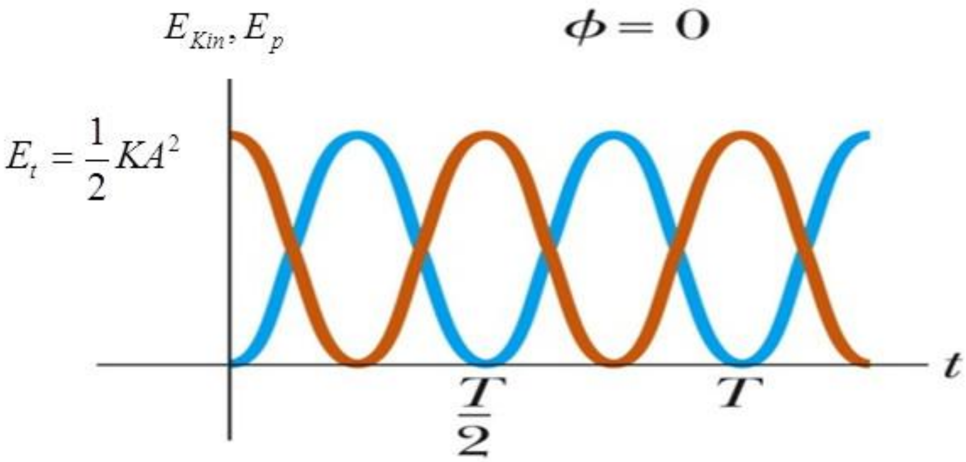
3. عند $\left[t=0\ , \quad x(0)=0, \quad \vartheta(0)=\vartheta_i \right]$



$$\varphi = -\frac{\pi}{2}$$

$$E_P = \frac{1}{2}Kx^2 \qquad E_{Kin} = \frac{1}{2}m\vartheta^2$$





لحساب قيمة السرعة بين موضعين:

$$v = \pm\sqrt{\frac{k}{m}\left(A^2 - x^2\right)} = \pm\omega\sqrt{\left(A^2 - x^2\right)}$$

مسألة:

نعلق بنابض ما كتلة قدرها $(0.3kg)$ فيستطيل النابض بمقدار $(0.15m)$. نطبق استطالة إضافية للنابض قدرها $(0.1m)$ عن وضع توازنه ويترك . احسب:

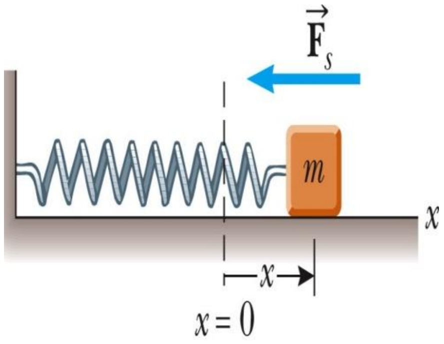
1. ثابت صلابة النابض
2. سعة الاهتزاز
3. سرعته العظمى $\vartheta_{\max}$
4. تسارعه الأعظمي $a_{\max}$
5. دوره
6. تواتره
7. معادلة الحركة
8. السرعة عندما $(t = 0.15\sec)$.

- انتهت المحاضرة -

حل مسائل

☒ المسألة الأولى:

كتلة $(200g)$ متصلة بنابض خفيف ثابت صلابته $(5\frac{N}{m})$ تتحرك الكتلة على سطح أفقي بدون احتكاك، بفرض أنه تم تحرير الكتلة مسافة تبعد عن وضع التوازن مسافة $(x=5cm)$.



أوجد كل من:

1. دور الحركة
2. السرعة القصوى التي تتحرك فيها الكتلة
3. التسارع الأعظمي الذي تتحرك فيه الكتلة
4. أوجد توابع المطال والسرعة والتسارع لحركة الكتلة عند زمن t.

☒ المسألة الثانية:

على فرض أنه تم السماح للكتلة في المسألة الأولى بالحركة بدء من موضع أولي $(x=5cm)$ ولكن مع سرعة أولية قدرها $(\vartheta=-0.1\frac{m}{\sec})$ ماهو التغيير الذي سيطرأ على الإجابات السابقة ؟

☒ المسألة الثالثة:

لدينا عربة كتلتها $(0.5Kg)$ موصولة بنابض خفيف ثابت صلابته $(20\frac{N}{m})$ حيث يتأرجح النابض على مسار هواء أفقي . احسب

1. الطاقة الكلية لجملة (عربة- نابض) والسرعة الأعظمية للعربة عند $(x=3cm)$.
2. سرعة العربة عند $(x=2cm)$.
3. الطاقة الحركية والطاقة الكامنة لجملة (عربة- نابض) عند $(x=2cm)$.

❖ المسألة الرابعة:

ماذا يحدث في المسألة الثالثة لو سمحنا للعربة بالتحرك من الموضع $(x = 3cm)$ ولكن مع سرعة أولية قدرها $(\vartheta = -0.1\frac{m}{\sec})$ ماهي السعة الجديدة والسرعة الأعظمية للعربة ؟

☒ المسألة الخامسة:

يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة على طول محور (X) حيث يتغير الموضع بالنسبة للزمن وفق المعادلة : $x = (4m)\cos(\pi t + \frac{\pi}{4})$ حيث يقدر الزمن بالثواني والزوايا بالراديان ، أوجد كل من

1. السعة والتواتر ودور الحركة.
2. سرعة وتسارع الجسم خلال زمن t.
3. أوجد سعة وسرعة وتسارع الجسم عندما $(t = 1\sec)$.
4. أوجد السرعة الأعظمية والتسارع العظمي للجسم.
5. أوجد المسافة المقطوعة مابين $(t = 1\sec)$ و $(t = 0\sec)$

المحاضرة الرابعة

الأمواج

- **مقدمة:**

يشكل حجر ملقى بالماء أمواج دائرية متباعدة الشكل.

لو شدينا سلك ممدود على الطاولة للأعلى وللأسفل فستنتشر فيه أمواج.

تعتبر الأمواج المتشكلة على سطح الماء وفي السلك مثالان واضحان على الحركة الموجية.

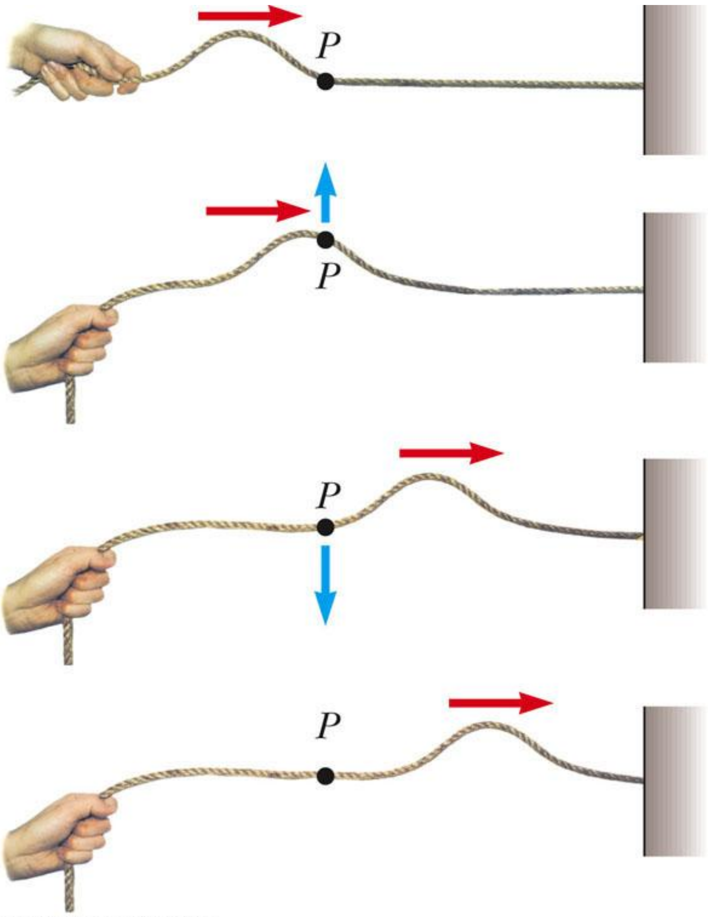
لو وقفنا وراقبنا أمواج الماء على شاطئ البحر فهل تحمل الأمواج الماء إلى الشاطئ؟

الجواب: كلا ، فالأمواج في الحقيقة لا تحمل المادة التي تنتشر فيها ، فمن الواضح أن الأمواج المنتشرة في الماء تمتلك سرعة ولكن كل جزيء من الماء ينجز اهتزازاً بالنسبة لوضع توازنه وهذا ما يتوضح عند مشاهدة سطح بحيرة تسبح فيه أوراق الشجر، فلا تتحرك الأوراق إلى الأمام مع الماء وإنما تهتز إلى الأعلى والاسفل، بالمثل فإن ذات الحركة تحدث مع الماء نفسه وبصورة مشابهة للأمواج المنتشرة في السلك .

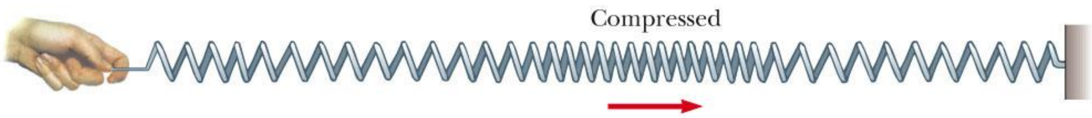
- **الأمواج** : هي اضطراب أو تغير في حالة الوسط فتنتقل الطاقة من موقع لأخر بشكل تدريجي، هذا الاضطراب يمكن أن يكون على شكل تشوّه مرن ضمن الأوساط الصلبة أو تغير في الضغط كموجة الصوت في الأوساط الغازية أو تغيير في الحقل الكهربائي والمغناطيسي كموجة كهرطيسية.
- **أشكال الأمواج :**

يمكن أن تنتشر الأمواج إلى مسافات طويلة ، أما جسيمات الوسط فهي تقوم بإهتزاز في منطقة محددة من الفضاء حول مواضع توازنها.

عندما نتشر الموجة في السلك ولنقل من اليسار إلى اليمين فإن أجزاء السلك تهتز إلى الأعلى والأسفل أي في اتجاه عمودي على حركة الموجة، وتسمى هذه الموجة **بالموجة العرضية** كحركة الموجة في السلك المشدود.

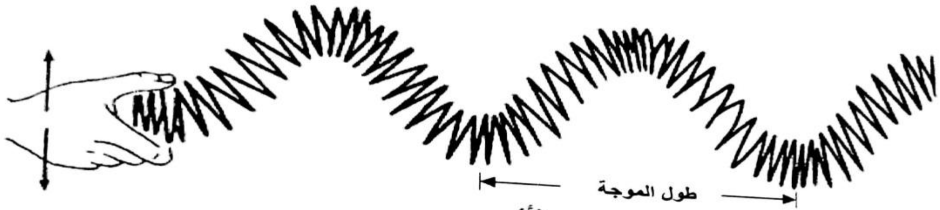


أما إذا انتشرت الأمواج بحيث تهتز جزيئات الوسط بنفس اتجاه انتشار الموجة سميت **بالموجة الطولية** كالأمواج المنتشرة في نابض مشدود.



نلاحظ مناطق انضغاط (هي المنطقة التي تتقارب فيها حلقات النابض من بعضها بعضاً) ومناطق انفراج (هي المنطقة التي تتباعد فيها حلقات النابض)، حيث أن منطقة الانضغاط والانفراج

تطابقان ذروة وقعر الموجة الطولية.



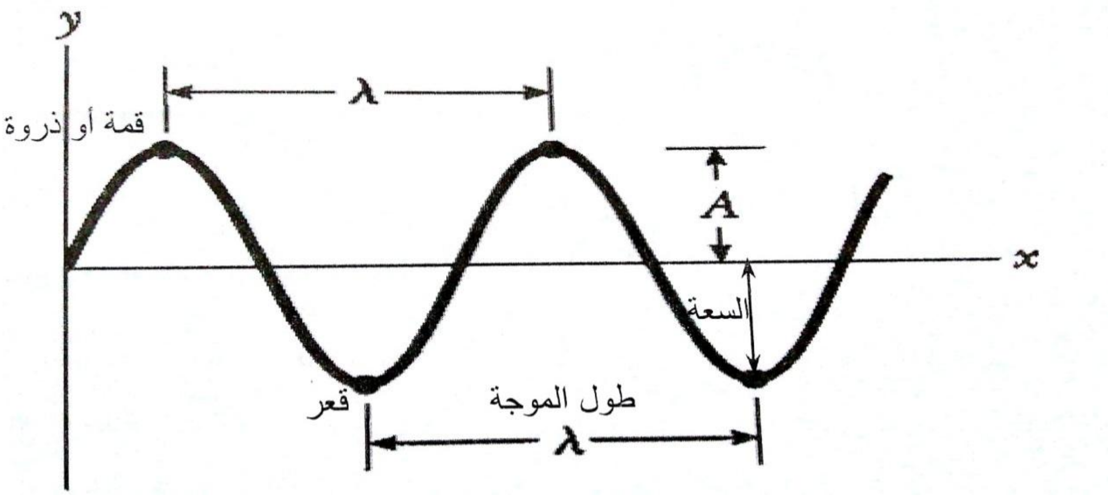
(أ)

(ب)

عند الهزات الأرضية تلعب الأمواج دوراً في الاضطراب فتنتشر في طبقات القشرة الأرضية وهي أمواج عرضية تسمى الأمواج S وأمواج طولية تسمى الأمواج P . وبشكل مماثل في أي جسم صلب يمكن أن يوجد أمواج طولية أو عرضية ، حيث أن الذرات والجزيئات يمكنها أن تهتز بالنسبة لوضع توازنها في أي اتجاه كما ذكرنا غير أن السوائل والغازات يمكن أن تنتشر فقط أمواج طولية نظراً لكثافة هذه الأوساط ولزوجتها ففي الاتجاه العرضي لا تؤثر على الجزيئات قوة ارجاع ومن هذه الخاصية استطاع الجيولوجيون الفيزيائييون الاستنتاج بوجود النواة السائلة للأرض.

هناك أيضاً نوع ثالث من الأمواج تسمى **الأمواج السطحية** والتي تنتشر على حواف وسطين وكمثال : الأمواج على الماء هي إحدى أمثلة الأمواج السطحية الموجودة بين حدود الماء والهواء.

إذا أجرينا تصوير لحظي للحركة الموجية في لحظة معينة ستبدو الموجة كتابع جيبي أو تجيبي
.$(\sin, \cos)$



إذا درسنا حركة الوسط في مكان ما خلال فترة زمنية طويلة على سبيل المثال مراقبة اهتزاز سطح الماء بين وتدين متتاليين ومتقاربين وساكنين للموجة فإن جزيئات الماء ستتحرك للأعلى وللأسفل منجزة اهتزازاً توافقياً نصفه تابع جيبي للزمن.

السعة وهي الارتفاع الأعظمي للذروة أو عمق التقعروالمقاسة بالنسبة إلى السوية الصفرية (وضع التوازن).

السعة الكلية للاهتزاز من الذروة حتى القعر تساوي ضعف السعة.

تسمى المسافة بين ذروتين متتاليتين **بطول الموجة** λ (ليمدا)وهو يساوي أيضاً المسافة بين نقطتين لهما نفس الارتفاع والاتجاه.

التواتر(يرمز له بـ f أو υ نيو) هو عدد القمم التي تمر في تلك النقطة في واحدة الزمن (أو عدد أمواج الاهتزاز).

أما **الدور** $(T = \frac{1}{f})$ فيساوي مقلوب التواتر .

سرعة الموجة ϑ تسمى السرعة التي تنزاح فيها قمة الموجة كما في الشكل أعلاه.

يجب التفريق بين سرعة الموجة وسرعة جزيئات الوسط فعلى سبيل المثال سرعة الموجة المتقدمة في السلك تتمثل بشعاع على طول السلك وبنفس الوقت فإن سرعة جزيئات السلك تتمثل بشعاع عمودي عليه.

بما أنه خلال الدور T تعبر القمة مسافة تساوي طول الموجة λ لذلك تتعين سرعة الموجة كما يلي: $\vartheta = \lambda f \quad OR \quad \vartheta = \dfrac{\lambda}{T}$

تتعلق سرعة الموجة بخواص الوسط التي تنتشر فيه، في وتر مشدود على سبيل المثال تتعلق السرعة بقوة شد الوتر F_T وبكتلة في واحدة الطول من الوتر μ (ميو)، ومن أجل الأمواج ذات السعة غير الكبيرة تعطى السرعة بالعلاقة التالية وهو مثال عن الأمواج العرضية في الأوساط الصلبة :

$$\vartheta = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

F_T : قوة الشد في الوتر

μ : كتلة واحدة الطول: (Kg/m) $\mu = \dfrac{m}{l}$

يجب أن يعتبر الوسط متجانس ومستمر ، ونعني بالوسط المستمر: أن المسافة بين الجزيئات أصغر من طول الموجة.

- مسألة:

موجة طولها $0.05m$ تتحرك على طول ناقل طوله $300m$ وكتلته الكلية تساوي $30Kg$. إذا أثرت على هذا الناقل قوة شد تساوي $4000N$ احسب سرعة وتواتر هذه الموجة؟

- أما في حالة انتشار ضجيج قطار يقترب من المحطة بوضع الأذن على السكة (انتشار الأمواج الطولية) تنتشر الأمواج الطولية في الأجسام الصلبة المتجانسة بسرعة :

$$\vartheta = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

$B\ (\dfrac{N}{m^2})$: معامل المرو نة

$\rho \left(\dfrac{Kg}{m^3}\right)$: الكتلة الحجمية(الكثافة).

- مسألة:

يسمع ضجيج قطار يقترب من المحطة بوضع الأذن على السكة. ماهو زمن وصول الموجة الصوتية في سكة فولاذية عندما يكون القطار على مسافة $100Km$ ؟

قيمة معامل المرونة $B = 20\times10^{11}\,\frac{N}{m^2}$ ، كثافة الفولاذ: $\rho = 7.8\times10^{3}\,\frac{Kg}{m^3}$

- انتهت المحاضرة -

المحاضرة الخامسة

الصوت

- **مقدمة:**

يرتبط مفهوم الصوت بالسمع وبالتالي بالعمليات الفيزيزلوجية في الذن وكذلك بالعمليات النفسية في أدمغتنا (حيث تجري هناك معالجة الاحساسات الواردة لعضو السمع). إضافة إلى ذلك لا أن الأمواج الصوتية تندرج تحت خانة الأمواج الطولانية (الطولية).

عند التحدث عن الصوت لابد ان نهتم بثلاثة مفاهيم فيزيائية أساسية:

الأول: وجود منبع للصوت وكما لأية موجة فإن منبع الأمواج الصوتية هو جسم مهتز.

الثاني: الطاقة المحمولة من منبع الصوت إلى المستقبل وهي على شكل أمواج صوتية طولانية.

الثالث: استقبال الصوت من قبل أو أية أجهزة استقبال للصوت.

- **خواص الصوت:**

في الحقيقة إن الأمواج الصوتية بحاجة وسط مادي لكي تنتشر ، فلا نستطيع سماع الصوت في حال غياب الوسط المادي للانتشار، وعليه فالصوت لا يتنشر بالخلاء، ينتشر الصوت بالأوساط المادية المختلفة (صلب، سائل، غاز، بلازما) فسرعة الصوت الأكبر هي في الأوساط الصلبة؛ (كمثال : سكة القطار عندما تضع أذنك على سكة القطار تسمع صوته وتعلم بأنه قادم قبل أن تسمع صوت القطار في الهواء أو حتى رؤيته)لأنّ جُزيئات الموادّ الصلبة مُلتصقة جدّاً ببعضها بعكس جُزيئات السوائل والغازات، ممّا يُتيح لموجات الصوت أن تنتقل بسُرعة أكبر؛ حيثُ تبلغ سرعة الصوت في الفولاذ حوالي (5130m/sec) ومن ثم تاتي سرعة الصوت في الماء (1500m/sec) في المرتبة الثانية وفي المرتبة الثالثة سرعة الصوت في الهواء (334.4m/sec) في يوم بارد، كانت درجة حرارة الهواء 5 درجات مئويّة.

تعتمد سرعة انتشار الصوت في الهواء فيعتمد على عاملين درجة الحرارة و الضغط :

أي أن سرعة الصوت تقل مع انخفاض درجة الحرارة وتقل بالارتفاع عن سطح الأرض.

تواتر الأمواج المسموعة يكون مابين $50Hz$ إلى $20KHz$ وتمثل الصوت المسموع بواسطة الأذن البشرية العادية. في حين أن الأمواج غير المسموعة (فوق الصوتية) التي تزيد تواترها عن $20KHz$.

- **شدة الصوت:**

إن سوية الشدة مثل ارتفاع الصوت مرتبط بالإحساس الناشئ في وعي الإنسان. وهي ترتبط أيضاً مع قيمة فيزيائية مقاسة وبالضبط مع شدة الموجة. وتعرف الشدة بالطاقة التي تحملها الموجة في واحدة الزمن خلال واحدة المساحة. فتتناسب شدة الموجة مع مربع سعة الموجة. إن آذان الانسان قادرة على استقبال أصوات تتروح شدتها من ($10^{-12} watt/m^2$) إلى ($1 watt/m^2$) حد الإحساس بالألم.

نتيجة العلاقة بين الشعور الذاتي بجهارة الصوت والقيمة الفيزيائية المقاسة لسوية شدة الصوت فإن شدة الصوت تعين عادة باستخدام التدريجات اللوغاريتمية. إن واحدة قياس هذه التدريجات هي (Bl) (البيل) أو (dB) (الديبسل) حيث أن ($1dB = 0.1Bl$).

تعين سوية الشدة الصوتية β من خلال شدة الصوت I على الصورة التالية:

$$\beta(dB) = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

I_0 هي شدة الصوت البدائية واللوغاريتم عو لوغاريتم عشري.

عادة تؤخذ I_0 كقيمة عتبة السمع وبالضبط شدة أخفض الأصوات والتي يقدر على سماعها رجل ذي سمع متوسط حيث :

$$I_0 = 1\times10^{-12}\frac{w}{m^2}$$

في حال الأصوات الضعيفة:

$$I = I_0 = 1\times10^{-12}\frac{w}{m^2}$$

$$\beta_0 = 10\log\left(\frac{I_0}{I_0}\right) = 10\log(1) = 0dB$$

في حال الأصوات الشديدة:

$$I = 1\times10^{-10}\,\frac{w}{m^2}$$

$$\beta_{max} = 10\log\left(\frac{I_{max}}{I_0}\right) = 10\log(\frac{1\times10^{-10}}{1\times10^{-12}}) = 20dB$$

مسألة:

مكبر صوت ذي نوعية عالية مخصص لإعادة إنتاج سوية شدة صوتية عظمى بتواتر من $30Hz$ إلى $18000Hz$ (أن سوية الشدة يجب ألا تختلف عن الصفر أكثر من $3dB$) .
ماهي نسبة تغير شدة الصوت عند التغير الأعظمي لسوية الشدة $3dB$؟

- **الوصف الرياضي للأمواج الطولانية (الصوتية):**

الموجة الجيبية وحيدة البعد والمنتشرة على طول المحور X يمكن وصفها :

$$D = D_M\sin(kx - \omega t)$$

حيث أن العدد الموجي k يرتبط بطول الموجة λ بالعلاقة:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \qquad \& \qquad \omega = 2\pi f$$

حيث f التواتر و D الإزاحة في النقطة x في اللحظة الزمنية t و D_M القيمة العظمى لهذه الإزاحة (السعة). وبما أن الصوت موجة طولية يعني أن D_M موازية لـ x .

نستطيع أن نعرف القيمة العظمى للإزاحة (السعة) D_M :

$$D_M = \left(\frac{1}{\pi f}\right) \times \sqrt{\frac{I}{2\rho\vartheta}}$$

حيث :

f تواتر الصوت

ρ كثافة الوسط

ϑ سرعة الصوت في الوسط

$I = 1\times10^{-12}\,\frac{w}{m^2}$ شدة الصوت

وعليه يكون التغير الأعظمي للضغط في هذه الموجة الصوتية:

$$P_M = 2\,\pi\,\rho\,D_M\,f \qquad (Pa \text{ باسكال})$$

يمكن أن نقدر (P_M) بوحدة الـ $(atom)$.

للتحويل من باسكال (Pa) إلى $(atom)$ نضرب بـ (10^{-5}).

مسألة:

احسب الإزاحة العظمى لجزيئات الهواء من أجل صوت عند عتبة السمع حيث تواتر الصوت $1000Hz$، ثم عين التغير الأعظمي للضغط في هذه الموجة الصوتية مقدرة بـ $(atom)$.

مع العلم أن $\rho_{air} = 1.29\frac{Kg}{m^3}$ و $\vartheta = 331\frac{m}{\sec}$ عند درجة الحرارة 0^0 و $I = 1\times10^{-12}\,\frac{w}{m^2}$

الحل:

- انتهت المحاضرة -

المحاضرة السادسة

الضوء

- **الضوء المرئي:**

وهي الأشعة الكهرطيسية ذات الأطوال الموجية بالمجال $400nm \leq \lambda \leq 760nm$ حيث طول موجة الضوء المرئي وهذا المجال يثار الإحساس بالرؤية عند الإنسان.

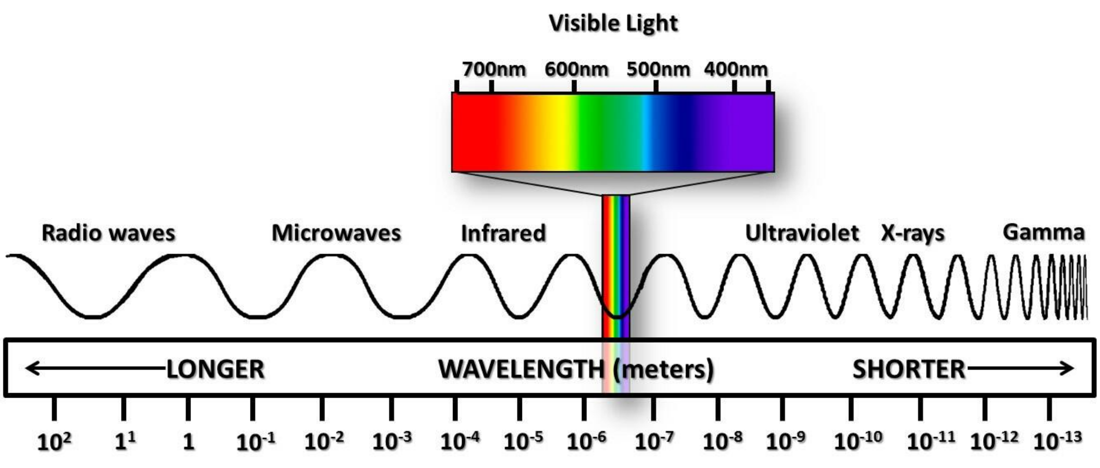
إن كل تواتر (تردد) يقع في مجال الأشعة المرئية يقابله طول موجة محدد . فالتواتر المساوي $600THz = 600 \times 10^{12}\,Hz$ /بـ التيرا هرتز/ يكافئ طول موجة الضوء الأخضر ، والعلاقة بين طول موجة الإشعاع في الفراغ وتواتره هي:

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

حيث : υ التواتر .

يعطي التواتر السابق $5.4 \times 10^{14}\,Hz$ طول موجة:

$$\lambda = \frac{3 \times 10^{8}}{600 \times 10^{12}} = 500 \times 10^{-9}\,m = 500\,nm$$



- **النظرية الكوانتية لطبيعة الضوء:**

إن الخلاف حول طبيعة الضوء كان سؤالاً محيراً ومثيراً في تاريخ العلم. فالعديد من النظريات المبكرة افترضت أنه مؤلف من حزمة من الجسيمات يصدرها المنبع وتسبب احساساً بالرؤية عند دخولها العين ، وكان نيوتن هو أول من تحمس لهذه الفكرة واستطاع شرح قانوني الانعكاس والانكسار وفق ذلك بينما أظهر هويغنيز وروبرت هوك الطبيعة الموجية للضوء وفسرا الظاهرتين السابقتين بافتراض أن الضوء يسير أبطأ في الزجاج والماء من سرعته بالهواء، ثم أثبت توماس يونغ (1801) بواسطة النظرية الموجية فكرة التداخل على أساس أنه ظاهرة موجية في الضوء والصوت.

أسهم العالم الفرنس فرنيل بقدر كبير في إثبات الطبيعة الموجية عبر وضع النظرية الموجية على شكل رياضي ، هذه الطبيعة الموجية كانت قادرة على وصف الضوء والأمواج الكهرطيسية إلا أنها فشلت في تفسير جميع الخواص المرتبطة بهما.

في الاتجاه الآخر اتت تجربة هرتزل حول المفعول الكهرضوئي الذي لا يمكن قبولها إلا باعتبار الضوء كنموذج جسيمي وليس موجياً فسقوط الضوء على سطح معدن لا يمكنه اقتلاع الالكترونات إلا بافتراض أن الضوء هو جسيم يقتلع الكترونات المادة وهذا ما فسره أينشتاين بافتراض أن طاقة الموجة الضوئية مكممة على شكل حبيبات صغيرة سماها الفوتونات وتتناسب طاقة هذه الفوتونات مع تواتر الموجة الساقطة وفق العلاقة:

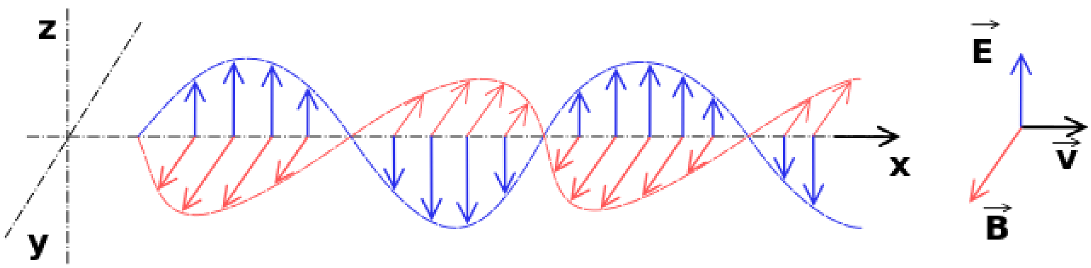
$$E = h\upsilon \qquad \Rightarrow E = \frac{hc}{\lambda}$$

حيث h هو ثابت بلانك ويساوي $\left(6.626\times10^{-34}\ J.S\right)$ و υ هو تواتر موجة الضوء ، و c سرعة الضوء وتساوي $\left(3\times10^{8}\ m/\sec\right)$ ، وتمثل λ طول موجة الضوء.

- **الأمواج الكهرطيسية:**

تتضمن الأمواج الكهرطيسية كامل الطيف المرئي والأمواج الميكروية والراديوية والأشعة السينية وأشعة غاما والأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية وتوصف جميعها بأنها تمثل انتشاراً فراغياً للحقلين الكهربائي والمغناطيسي بسرعة قدرها $(3\times10^8\,m/\sec)$ وفق الشكل أدناه.

توزع الأمواج الكهرطيسية حسب طول الموجة والتواتر، أما عامل اختلاف هذه الأمواج عن بعضها فهو تواترها والذي يقابله اختلاف في طول موجة كل نوع منها، وتتوزع وفق التالي:



توصف الأمواج الكهرطيسية بأنها تتالف من تعامد الحقول الكهربائية والمغناطيسية مع جهة انتشار الموجة مثنى مثنى وبشكل متغير كما في الشكل. أما طريقة إنتاج هذه الحقول فيتم عبر اهتزاز شحنة كهربائية. لو اهتزت شحنة كهربائية بحركة توافقية بسيطة ذات اهتزازة فإنها ستشع أمواجاً كهرطيسية بتواتر مساوٍ لتواتر الاهتزاز ومثال ذلك الأمواج الراديوية التي تنتج بواسطة تيارات كهربائية تهز في جسم هوائي له شكل مستقيم ، يقابله في ذلك الأمواج الضوئية التي تنتج عن اهتزاز الشحنات في الذرات. الفارق الوحيد بين الأمواج الضوئية والراديوية هو طول وتواتر هذه الأمواج، بينما يتماثلان في طريقة الانتاج مع فارق الأبعاد. فالأمواج الضوئية ذات التواترات $(10^{14}\,Hz)$ مثلا والتي تحس بها عيوننا لا يمكن إنتاجه بأي دارة الكترونية عادية.

- **سرعة انتشار الضوء في أوساط مختلفة:**

إن سرعة انتشار الأمواج الكهرطيسية تعتمد على نوع الوسط ، ويمكن قياسها دون الحاجة للضوء بشكل مباشر وتعتمد على النظرية الكهرطيسية وتحدد العلاقة :

$$\vartheta = \frac{c}{\sqrt{\mu_0 \zeta_0}} = \frac{c}{n}$$

حيث : $n = \sqrt{\mu_0 \zeta_0}$ قرينة الانكسار المطلقة للوسط الذي ينتشر فيه الضوء

μ_0 : قابلية النفوذية المغناطيسية

ζ_0 : قابلية الانتشار الكهربائي

إن جميع المواد التي ينتشر فيها الضوء (الشفافة بالنسبة للضوء) لا تختلف فيها قابلية النفاذ المغناطيسية μ_0 إلا بشكل بسيط. وهذا يعني أن سرعة انتشار الضوء في المادة تتحدد بقابلية الانتشار الكهربائي أو العامل ζ_0 ونلاحظ أن ζ_0 تعتمد على تواترات الموجة المنتشرة. لذا فإن سرعة انتشار الضوء في العوازل الكهربائية تعتمد أيضاً على ترددات الإشعاع الضوئي. نسمي المقدار الذي يميز اعتماد سرعة الضوء على نوع الوسط بالكثافة البصرية التي تقاس بالقيمة العددية لقرينة انكسار الوسط المطلقة n وتعطى العلاقة:

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

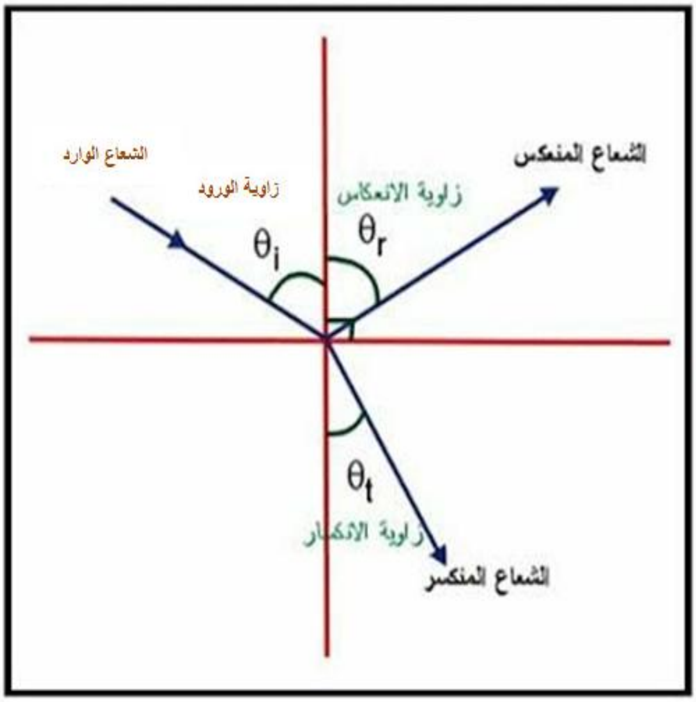
حيث : $c = 3\times10^8 \ \frac{m}{\sec}$ سرعة الضوء في الخلاء

ϑ : سرعة انتشار الضوء في الوسط

قرينة انكسار الهواء $n_{air} = 1.003$ لذا غالباً ماتعتبر سرعة الضوء في الهواء تساوي سرعة الضوء في الخلاء.

✓ انعكاس الضوء:

عندما تصطدم الأمواج بكافة أنواعها حاجزاً مستوياً تتولد أمواج مبتعدة عن الحاجز وتحقق خاصة أن :



الانعكاس والانكسار

1. زاوية الورود θ_i (الزاوية بين الشعاع الممثل للأمواج الواردة والناظم على السطح) تساوي زاوية الانعكاس (الزاوية بين الشعاع الممثل للأمواج المنعكسة θ_rوالناظم على السطح)

2. الشعاع الوارد والشعاع المنعكس والناظم يقعان في مستوي واحد.

قانونا الانعكاس هذين محقق في جميع الحالات ولجميع أنواع الأمواج كهربائية أو صوتية أو كهرطيسية.

- ✓ انكسار الضوء:

عندما يرد الضوء على سطح فاصل بين وسطين شفافين ينعكس جزء من الطاقة الضوئية بينما ينفذ جزء آخر، إن سبب انكسار الضوء هو التغير المفاجئ بسرعة انتشاره عند الانتقال بين وسطين شفافين.

نسمي زاوية الورود θ_i : الزاوية بين الشعاع الممثل للأمواج الواردة والناظم على السطح.

نسمي زاوية الإنكسار θ_t : الزاوية بين الشعاع الممثل للأمواج النافذة والناظم على السطح.

ترتبط θ_i و θ_t بعلاقة سنل :

$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_t \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin\theta_t}{\sin\theta_i}$$

حيث أن : n_1 قرينة انكسار الوسط الأول

و n_2 قرينة انكسار الوسط الثاني.

نستطيع أن نعرف قانون الانكسار كما يلي:

$$n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

λ_1 : طول موجة الضوء في الوسط الأول

و λ_2 طول موجة الضوء في الوسط الثاني.

في حال كان وسط المرور هو الخلاء فإن $n_2 = 1$ وعليه نستطيع كتابة العلاقة السابقة كما يلي:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{n_1}{1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow$$

$$n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$$

حيث λ_0 : طول موجة الضوء في الخلاء

λ : طول موجة الضوء في الوسط ذي قرينة الانكسار n

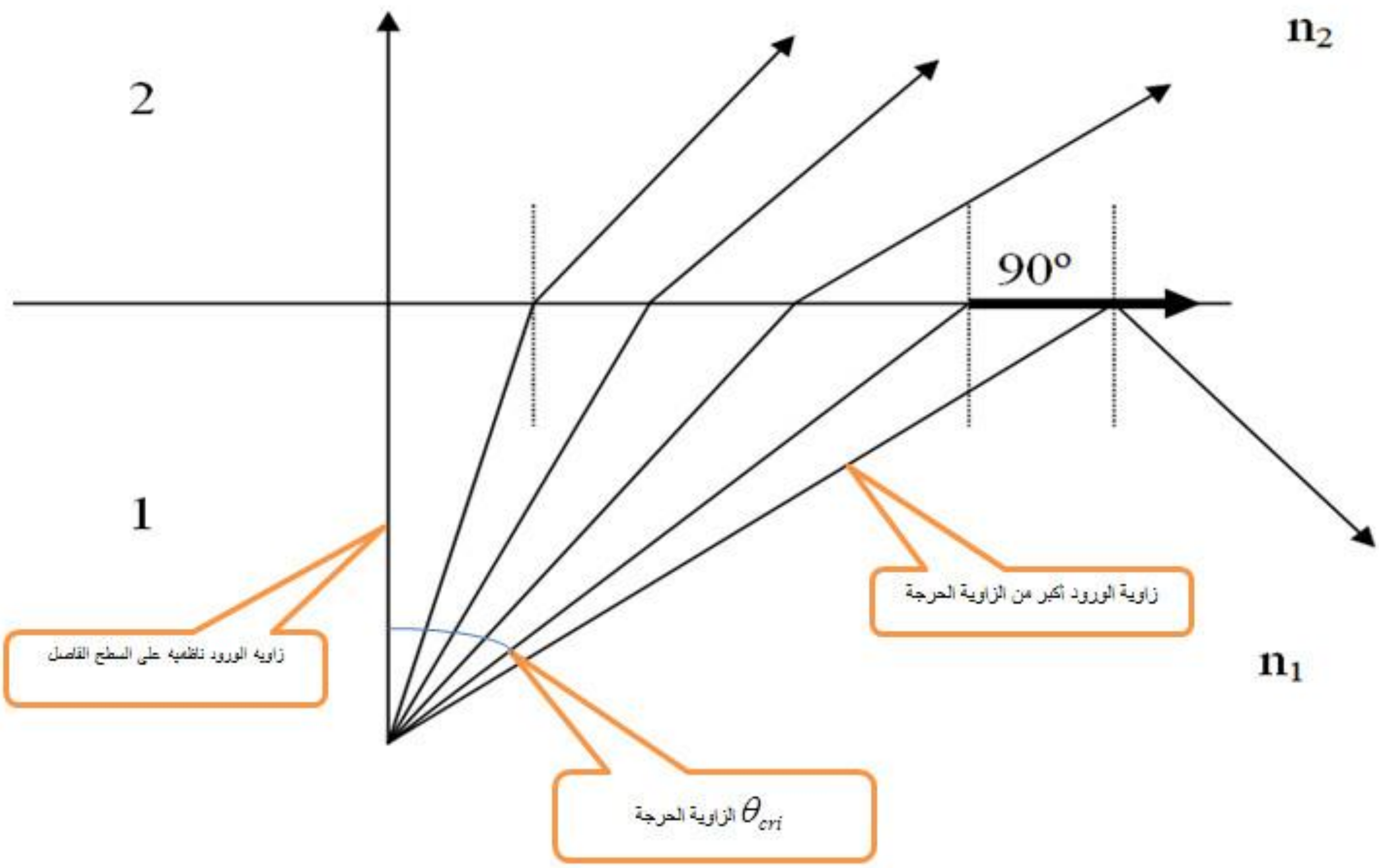
....

- انتهت المحاضرة -

المحاضرة السابعة

حالة خاصة الانعكاس الكلي للضوء

لنفرض لدينا وسطان يفصل بينهما وسط شفاف و حيث أن : n_1 قرينة انكسار الوسط الأول و n_2 قرينة انكسار الوسط الثاني، وبفرض أن $n_2 \prec n_1$ (ممكن أن يكون الوسط الأول ماء أو زجاج والوسط الثاني هواء).



- ✓ الشعاع الذي يرد ناظمياً يتابع طريقه من دون أي انكسار .
- ✓ بقية الأشعة الواردة تنكسر وفق زوايا انكسار معينة.
- ✓ لكن عندما يرد الشعاع بزاوية ندعوها بالزاوية الحدية θ_{cri} سوف ينكسر مماساً للسطح الفاصل بين الوسطين أي تصبح زاوية الانكسار (90^0).
- ✓ عندما يرد الشعاع بزاوية أكبر من الزاوية الحدية ينعكس الشعاع كلياً.

وعليه نكتب شرطا الانعكاس الكلي:

1. أن يرد الشعاع الضوئي من وسط إلى وسط ثان معامل انكساره أصغر من الأول $n_2 \prec n_1$

2. أن تكون زاوية الورود أكبر من الزاوية الحدية θ_{cri} والتي تحسب من علاقة سنل :

$$\frac{n_1}{n_2}=\frac{\sin\theta_t}{\sin\theta_i}\Rightarrow\frac{n_1}{n_2}=\frac{\sin(90)}{\sin\theta_{cri}}$$

على فرض الوسط الأول هو زجاج (أي يرد الضوء من الزجاج) $n_1=1.5$ إلى الهواء $n_2=1$ ، فنستطيع عنها حساب الزاوية الحدية θ_{cri}:

$$\frac{n_1}{n_2}=\frac{\sin(90)}{\sin\theta_{cri}}\Rightarrow\frac{1.5}{1}=\frac{1}{\sin\theta_{cri}}\Rightarrow\sin\theta_{cri}=\frac{1}{1.5}$$

$$\sin\theta_{cri}=0.667\Rightarrow\theta_{cri}=41.83^0$$

من أهم تطبيقات الانعكاس الداخلي: نقل المعلومات عبر الليف الضوئي وذلك لمسافات طويلة من دون أي ضياع .

- ملاحظة: ضع الألة الحاسبة عالدرجات (deg) قبل الشروع بحل المسائل.

....

مسألة:

حزمة ضوئية طول موجتها $550nm$ تسقط من الهواء على وسط شفاف بزاوية ورود 40^0 وتنكسر في الوسط بزاوية انكسار 26^0 أوجد قرينة انكسار الوسط وطول موجة الضوءفيه؟

مسألة :

ضوء طول موجته في الهواء $589nm$ يعبر خلال كوارتز قرينة انكساره 1.458 أوجد سرعة الضوء في الكوارتز و طول موجة الضوء و تواتر الضوء في الكوارتز؟

مسألة:

ضوء طول موجته $58.9nm$ يسقط من الهواء على زجاج قرينة انكساره 1.52 بزاوية ورود 30^0 والمطلوب:

1. احسب زاوية الانكسار.

2. لو سقط الضوء بالعكس من الزجاج إلى الهواء بحيث تبقى الزاوية 30^0 ماهي الزاوية التي يبرز منها الشعاع الضوئي (زاوية الانكسار)؟

3. أوجد الزاوية الحدية θ_{cri}؟

- انتهت المحاضرة -

قانون كولون

- **مقدمة:**

اكتشفت الكهربائية الساكنة منذ 600 سنة قبل الميلاد عندما لاحظ عالم يوناني انجذاب قصاصات من الورق إلى ساق دُلك بالصوف. ومن ثم توالت التجارب إلى يومنا هذا لتكشف المزيد من خصائص الكهربائية الساكنة ولتصبح الكهرباء عنصراً أساسياً فًي حياتنا العملية. في هذه المحاضرة سندرس باختصار بعض خصائص الكهربائية الساكنة.

إن القوى الموجودة في الطبيعة هي نتيجة لأربع قوى أساسية هي:

القوى النووية والقوى الكهربائية والقوى المغناطيسية وقوى الجاذبيةالأرضية. وفي هذا الجزء من المقرر سوف نركز على القوى الكهربائية وخواصها. حيث أن القوة الكهربائية هي التي تربط النواة بالإلكترونات لتكوّن الذرة، هذا بالإضافة إلى أهمية الكهرباء في حياتنا العملية.

- **الكهربائية الساكنة:**

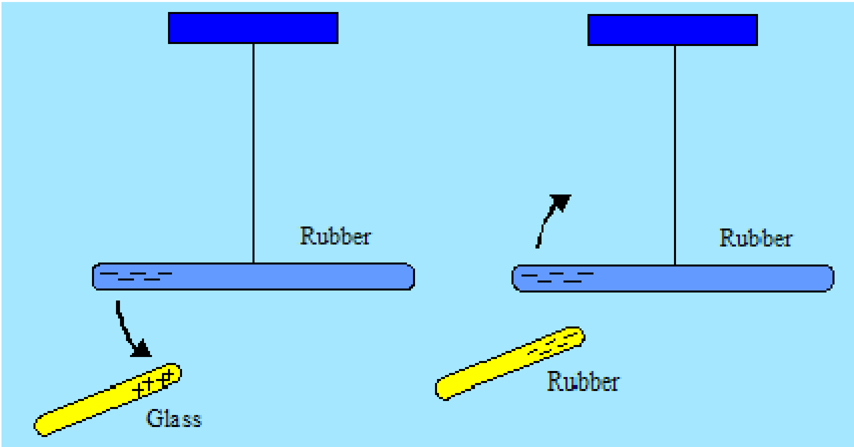
الكهربائية الساكنة من علوم الفيزياء الأساسية ولها العديد من التطبيقات في حياتنا العملية مثل طابعات الليزر والمسرعات النووية، ولدراسة هذا العلم سوف نقوم بشرح مفاهيمه الأساسية التي يعتمد عليها هذا العلم، وتتلخص تلك المفاهيم في مفهوم الشحنة الكهربائية والمجال الكهربائي والتدفق الكهربائي والجهدالكهربائي.

- **الشحنة الكهربائية والتكهرب:**

جميع المواد في الحالة العادية تكون متعادلة كهربائياً هذه المواد تحتوي على كميات متساوية من الشحنة تنتقل من واحد إلى الأخر أثناء عملية الدلك (الشحن)، كما هو الحالة في دلك الزجاج

بالحرير، فإن الزجاج يكتسب شحنة موجبة من الحرير بينما يصبح الحرير مشحوناً بشحنة سالبة، ولكن كلا من الزجاج والحرير معا متعادل كهربائياً وهذا ما يعرف بالحفاظ على الشحنة

بواسطة التجارب يمكن إثبات أن هناك نوعين مختلفين من الشحنة. فمثلا عن طريق دلك ساق من الزجاج بواسطة قطعة من الحرير وتعليقها بخيط عازل. فإذا قربنا ساقاً آخر مشابهاً تم دلكه



بالحرير أيضاُ من الساق المعلق فإنه سوف يتحرك في اتجاه معاكس، وبتقريب ساق من البلاستيك تم دلكه أي أن الساقين يتنافران بواسطة الصوف فإن الساق المعلق سوف يتحرك باتجاه الساق اذن فانها ظاهرة التكهرب.

- **الشحنة كمية محافظة:**

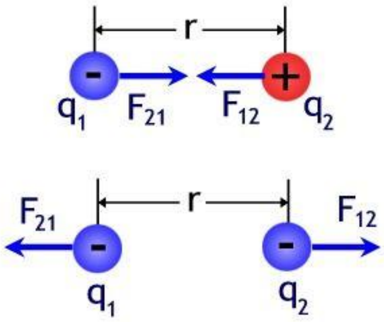
في عهد العالم Franklin's كان الاعتقاد السائد بأن الشحنة الكهربية شيء متصل كالسوائل مثلاً. ولكن بعد اكتشاف النظرية الذرية للمواد غيرت هذه النظرة تماماً حيث تبين أن الشحنة الكهربية عبارة عن عدد صحيح من الإلكترونات السالبة أو البروتونات الموجبة، وبالتالي فإن أصغر شحنة يمكن الحصول عليها هي شحنة إلكترون وقيمتها$(1.6\times10^{-19}\,C)$.

وعملية الدلك لشحن ساق من الزجاج هي عبارة عن انتقال لعدد صحيح من الشحنة السالبة إلى الساق. وتجربة ميليكان تثبت هذه الخاصية.

- **قانون كولون، أو قانون التربيع العكسي لكولون:**

هو قانون الفيزيائي الذي يصف التفاعل بين الكهرو ستاتيكي بين الجسيمات المشحونة كهربياً، وقد نشر عام 1785 من قبل الفيزيائي الفرنسي شارل أوجستين دي كولوم وكان أساساً في

تطوير النظرية الكهرومغناطيسية، هو يعتبر مماثل لقانون التربيع العكسي لاسحق نيوتن الذي يصف الجاذبية الكونية.



- إذا وضعت شحنتان نقطيتان q_1, q_2 على بعد r بعضهما عن بعض . أثرت كل منهما على الأخرى بقوة جذب أو قوة دفع حسبما تكون الشحنتان مختلفتين أو متماثلين في الإشارة ، ويعطى قانون كولون مقدار هذه القوة كمايلي:

$$F = K.\frac{q_1.q_2}{r^2} ....(8-1)$$

حيث K ثابتة تتعلق أبعادها بالوحدات التي تقدر بها كل من r, q_1, q_2, F ، ي الجملة الدولية نقدر الشحنة بالكولون وتعطى قيمة الثابت K من أجل شحنات موضوعة في الخلاء:

$$K \approx 9\times 10 \frac{N.m^2}{Coul^2}$$

وكثيرا مايستعاض عن الثابت K بثابتة أخرى ε_0 تدعى سماحية الخلاء:

$$K = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}$$

أما قيمة ε_0 فهي $\varepsilon_0 = 8.85\times 10^{-12}\frac{Coul^2}{N.m^2}$ وعندئذ يأخذ قانون كولون الشكل :

$$F = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}.\frac{q_1\,q_2}{r^2} ....(8-2)$$

للتذكير تقدر r بالمتر و بالنيوتن في القانون $(8-2)$.

- مسألة:

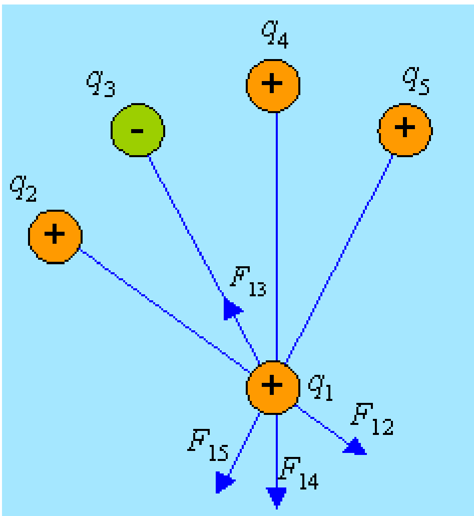
احسب مقدار شحنتين متشابهتين اذا كانت قوة التنافر تساوي $(0.1N)$، إذا علمت أن البعد الأولى عن الثانية في الفضاء هو $(50cm)$

الحل :

$$F = K.\frac{q_1.q_2}{r^2}$$

$$0.1 = (9\times10^9).\frac{q^2}{(0.5m)^2} \Rightarrow q = 1.7\times10^{-6}C = 1.7\mu C$$

القوة الكهربائية بين اكثر من شحنتين:



في حال التعامل مع أكثر من شحنتين والمراد حساب القوى الكهربائية الكلية المؤثرة على شحنة q_1 كما في الشكل التالي فإن هذه القوة هي F_1 وهي الجمع المتجهي لجميع القوى المتبادلة مع الشحنة q_1 أي أن :

$$\overrightarrow{F_1} = \overrightarrow{F}_{12} + \overrightarrow{F_{13}} + \overrightarrow{F}_{14} + \overrightarrow{F_{15}}$$

ولحساب قيمة واتجاه F_1 نتبع الخطوات التالية:

1. حدد متجهات القوة المتبادلة مع الشحنة q_1 على الشكل وذلك حسب إشارة الشحنات وللسهولة تعتبر أن الشحنة q_1 قابلة للحركة وباقي الشحنات ثابتة .
2. نأخذ الشحنتين $q_1 \& q_2$ أولا حيث أن الشحنتين موجبتان إذا q_1 تتحرك بعيدة عن الشحنة q_2 وعلى امتداد الخط الواصل بينهما ويكون المتجه F_{12} هو اتجاه القوة المؤثرة

3. على الشحنة q_1 نتيجة الشحنة q_2 وطول المتجه يتناسب مع مقدار القوة. وبالمثل نأخذ الشحنتين $q_1 \& q_3$ ونحدد اتجاه القوة F_{13} ثم نحدد F_{14} وهكذا.
4. هنا نهمل القوى الكهربائية المتبادلة بين الشحنات $q_2 \& q_3 \& q_4$ لأننا نحسب القوى المؤثرة على q_1 .
5. لحساب مقدار متجهات القوة كل على حده نعوض في قانون كولون كالتالي:

$$F_{12} = K.\frac{q_1 . q_2}{r^2}$$

$$F_{13} = K.\frac{q_1 . q_3}{r^2}$$

$$F_{14} = K.\frac{q_1 . q_4}{r^2}$$

6. تكون محصلة هذه القوى هي F_{13} ولكن كما هو واضح على الشكل فإن خط عمل القوى مختلف ولذلك نستخدم طريقة تحليل المتجهات إلى مركبتين كما يلي:

$$F_{1x} = F_{12x} + F_{13x} + F_{14x}$$

$$F_{1y} = F_{12y} + F_{13y} + F_{14y}$$

مقدار محصلة القوى

$$F = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2}$$

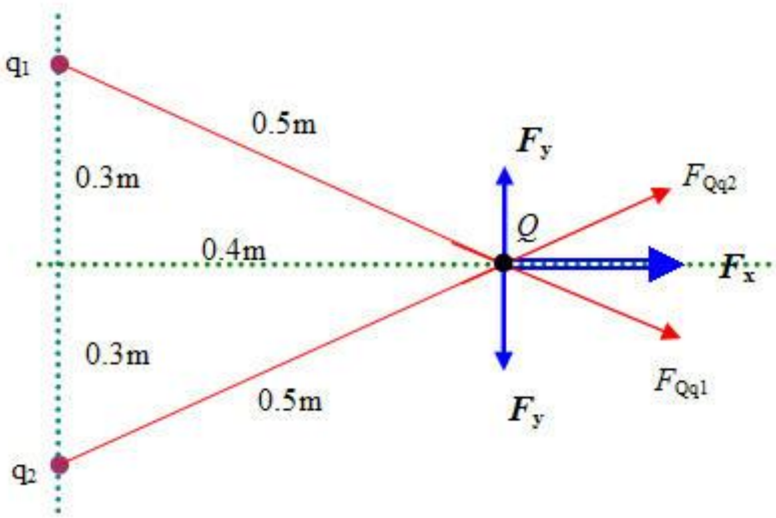
واتجاهها

$$\theta = \tan^{-1} . \frac{F_x}{F_y}$$

نتبع هذه الخطوات لأن القوة الكهربائية كمية متجهة.

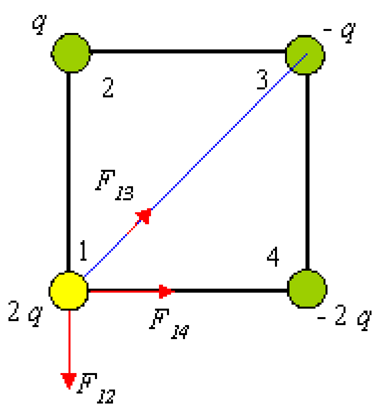
- مسألة:

في الشكل التالي تتجاوب شحنتان موجبتان متساويتان $q = 2\times10^{-6}\,C$ مع شحنة ثالثة قدرها $Q = 4\times10^{-6}\,C$. أوجد قيمة واتجاه القوة المؤثرة في Q .



- **مسألة:**

في الشكل التالي ماهي قيمة القوة الناتجة عن الشحنة في الزاوية السفلى اليسرى من المربع على افتراض أن $(q = 1\times10^{-7})C$ و $(a = 5cm)$ ؟



قوة لورنز

قوة لورنتز (قانون القوى الكهرومغناطيسية) (Lorentz force) قوة لورنتز هي القوة المؤثرة على شحنة كهربائية تتحرك في حقل كهربائي أو حقل مغناطيسي. وهي تسمى باسم العالم الهولندي هندريك لورنتز الذي اكتشفها . في المجال المغناطيسي تكون قوة لورنتز أكبر ما يمكن عندما تكون اتجاه حركة الشحنة عمودياً على خطوط المجال المغناطيسي. وإذا تحركت الشحنة في اتجاه موازي لاتجاه خطوط المجال المغناطيسي فلا تنشأ قوة لورنتز

قوة لابلاس

- عندما يمر تيار كهربائي في ناقل موجود داخل حقل مغناطيسي فإن هذا الناقل يتحرك تحت تأثير قوة كهرومغناطيسية متولدة عن التيار الكهربائي والحقل المغناطيسي معاً .

انتهت المحاضرة

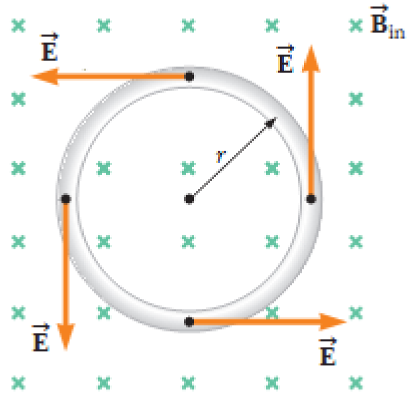
المحاضرة التاسعة

قانون فارداي

Faraday's Law and Induced - Electric Field

لاحظنا ان تغيير التدفق المغناطيسي يولد قوة دافعة كهربائية حثية وتيار محثوث في الدائرة

وهذا يؤكد على وجود مجال كهربائي محثوث نتيجة لتغير في التدفق المغناطيسي. وكما نعلم من النظرية الكهرومغناطيسية أن مجال كهربائي ينتج من تغير التدفق المغناطيسي في الفراغ. وهنا سنقوم بحساب العلاقة بين المجال الكهربائي المستحث والتغير في التدفق المغناطيسي.



يبين الشكل حلقة موصلة نصف قطرها r موضوعة في مجال مغناطيسي خارجي متغير مع الزمن عمودي على مستوى الحلقة. من قانون فارادي فإن القوة الدافعة الكهربائية تعطى كالتالي:

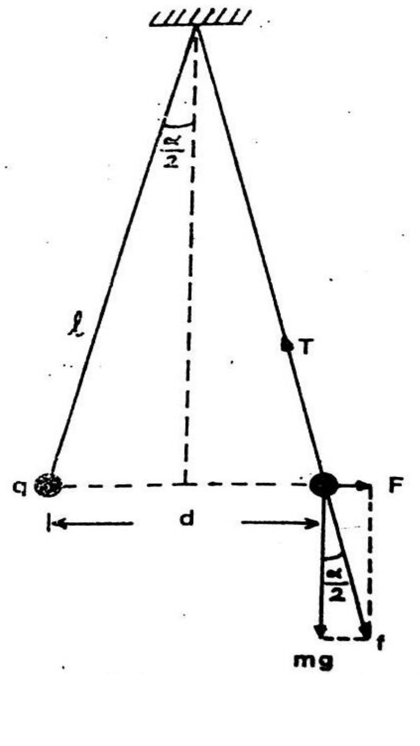
$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

- المسألة الأولى:

احسب القوة التي يؤثر بها بروتون على الكترون في ذرة الهيدروجين اذا كانت شحنة كل منهما $(1.6\times10^{-19}Coul)$ والمسافة بينهما $(0.53\times10^{-8}cm)$ قارن هذه القوة مع قوة الجذب الثقالية بين الجسيمين إذا علمت أن ثابتة التجاذب العالمية هي $(6.7\times10^{-11}N.\frac{m^2}{Kg^2})$ وأن كتلة الالكترون $(9.1\times10^{-31}Kg)$ أن كتلة البروتون هي: $(1.7\times10^{-37}Kg)$.

☒ المسألة الثانية:

كرتان مشحونتان بشحنة كهربائية واحدة ، كتلة كل منهما غرام واحد ، علقتا في نقطة شتركة من الخلاء بواسطة خيطين من الحرير طول كل منهما متر واحد. أوجد مقدار الشحنة على كل من الكرتين إذا كانت الزاوية التي يضعها الخيطان تيجة التدافع بين الكرتين تساوي 10^0.



☒ المسألة الثالثة:

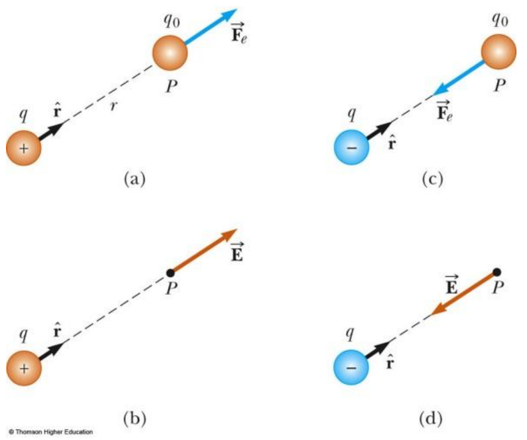
توضع شحنتان نقطيتان $q_1=+10\mu C$; $q_2=-5\mu C$ على بعد $l=9cm$ إحداهما من الأخرى. أين ينبغي وضع شحنة ثالثة بحيث تنعدم القوة المؤثرة عليها؟

- انتهت المحاضرة -

المحاضرة العاشرة

الحقل الكهربائي

- يُستدل على وجود الحقل الكهربائي في نقطة ما من القوة الكهربائية التي يؤثر بها الحقل على كل جسم مشحون يوضع في تلك النقطة.



- الحقل الكهربائي مقدار متجه جهته هي جهة القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة موجبة.
- الحقل الكهربائي E في نقطة هو القوة الكهربائية التي تخضع لها الشحنة q إذا وضعت في تلك النقطة:

$$E = \frac{F}{q_0} ....(10-1)$$

- **حساب شدة الحقل الكهربائي:**

1.إن العلاقة $(10-1)$ تعطي عبارة الحقل الكهربائي الناتج عن شحنة نقطية وحيدة q_1 في نقطة تبعد مسافة r عن تلك الشحنة حيث :

$$E = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}.\frac{q_1}{r^2} ....(10-2)$$

نعرف ε_0 : بأنها سماحية الخلاء حيث : $\varepsilon_0 = 8.85\times 10^{-12}(\frac{Coul^2}{N.m})$ ومنه نجد بأن :

$$\frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0} = \frac{1}{4\pi\times 8.85\times 10^{-12}} = 9\times 10^9$$

2. كما يعطى الحقل الكهربائي الناتج عن عدة شحنات نقطية $(q_1, q_2, ... q_n)$ في نقطة تبعد مسافة $(r_1, r_2, ... r_n)$ عن كل من هذه الشحنات بالترتيب بالعلاقة:

$$E = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}.(\frac{q_1}{r_1^{\,2}} + \frac{q_2}{r_2^{\,2}} .... + \frac{q_n}{r_n^{\,2}}) \Rightarrow$$

$$E = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}.\sum \frac{q}{r^2} ....(10-3)$$

هذا المجموع هو مجموع متجه

3. الحقل الناتج عن توزع مستمر للشحنات فيعطى بالعلاقة:

$$E = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0} \int \frac{dp}{r^2} ....(10-4)$$

وهو مجموع متجه.

حيث dq هي شحنة عنصرية من الجسم المشحون تبعد مسافة r عن النقطة المطلوب حساب الحقل عندها. وتدل إشارة التكامل على أن التكامل ممدد على الجسم المشحون فهو إما تكامل خطي أو سطحي أو حجمي وفقاً لوضع الجسم المشحون (خطاً أو سطحاً أو حجماً)، ونعني بالمجمع المتجه هنا أننا نأخذ التكامل لمركبة الحقل العنصري dE وفق اتجاه المحصلة العامة للحقل. أي أنه يتوجب علينا قبل إجراء عملية التكامل أن نضرب ماتحت التكامل بـ $\cos\theta$ حيث θ هي الزاوية بين الحقل العنصري dE الذي تساهم به الشحنة العنصرية dq وبين اتجاه المحصلة النهائية للحقل E .

- **تدفق الحقل الكهربائي:**

تعطى عبارة تدفق الحقل الكهربائي :

$$\varphi = \int_0 E.ds = \int_0 E.ds.\cos\theta ....(10-5)$$

حيث ترمز ds إلى عنصر السطح و θ إلى الزاوية بين الحقل E والناظم على السطح ، كما أن إشارة التكامل تشير إلى أن التكامل يجري على السطح الذي يحدث التدفق من خلاله.

- **توزع الشحنة والحقل في ناقل :**

الناقل هومادة تحوي بداخلها شحنات حرة . فإذا شحنا ناقل معزول توضعت الشحنة على سطحه الخارجي. يكون الحقل داخل الناقل معدوم ولو حوى الناقل في داخل جوفاً لكان الحقل داخل الجوف معدوماً أيضاً. وتعتبر خاصة انعدام الحقل الكهربائي داخل ناقل أساساً لما هو معروف في الكهرباء باسم الحوائل الكهربائية.

- **عبارة الحقل الكهربائي في بعض الحالات الخاصة:**

1. الحقل الناتج عن شحنة نقطية q_0 في نقطة تبعد عنها مسافة r يعطى بالعلاقة $(10-2)$

2. الحقل الناتج عن شحنة نقطية q_0 موزعة بانتظام على سطح كرة ناقلة نصف قطرها a في نقطة تبعد مسافة r عن مركزها :

أ. العلاقة $(10-2)$ من أجل $r \succ a$ أي داخل الكرة.

ب. $E=0$ من أجل $r \prec a$ أي داخل الكرة.

ج. أما الحقل على السطح فنحصل عليه بأخذ نصف قيمة الحقل الناتج بوضع $r=a$ في العلاقة $(10-2)$

3. الحقل الناتج عن صفيحتين ناقلتين مشحونتين بشحنتين متساويين ومتعاكسين في أية نقطة تقع بينهما (مكثفة مستوية):

$$E=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}............(10-7)$$

حيث σ هي كثافة الشحنة السطحية .

4. الحقل في جوار ناقل مشحون وبالقرب من سطحه (قانون كولون): الحقل عمودي على السطح ويعطى بالعلاقة :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \ldots\ldots\ldots\ldots(10-8)$$

5. إن الحقل الناتج عن مستقيم لانهائي مشحون بانتظام بكثافة خطية λ في نقطة تبعد عنه مسافة r يعطى بالعلاقة:

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 \times r} \ldots\ldots\ldots\ldots(10-9)$$

6. الحقل الناتج عن مستو لانهائي مشحون بانتظام بكثافة سطحية σ هو :

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \ldots\ldots\ldots\ldots(10-10)$$

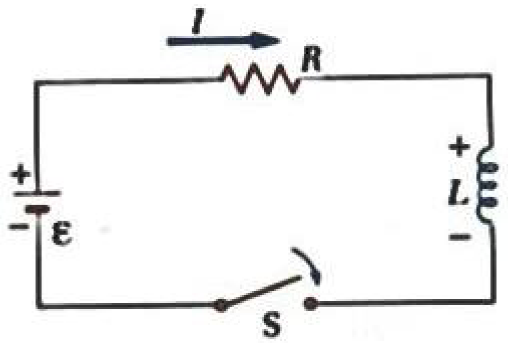
وهو مستقل عن بعد النقطة عن المستوي.

☒ الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي – Energy Stored in a Magnetic Field

من المعلوم أن المجال الكهربائي في الفراغ هو عبارة عن طاقة كهربائية في صورة مجال.

كذلك الحال بالنسبة للمجال المغناطيسي. ولإثبات علاقة الطاقة المختزنة بالمجال المغناطيسي افترض الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل التالي ، بتطبيق قاعدة كيرشوف الثانية على التغير في فرق الجهد على كل عنصر من عناصر الدائرة الكهربائية ينتج أن:

$$\varepsilon - IR - L\frac{dI}{dt} = 0$$



بإعادة ترتيب المعادلة والضرب في التيار I ينتج :

$$I\varepsilon = I^2R + LI\frac{dI}{dt}$$

تدل المعادلة السابقة على أن الطاقة التي تبذلها البطارية $I\varepsilon$ تساوي مجموع الطاقة المبددة على شكل طاقة حرارية في المقاومة IR^2 والطاقة المختزنة في الملف $LI\frac{dI}{dt}$ ، وعليه يمكن التعبير عن التغير في الطاقة المختزنة في الملف بالصورة التالية:

$$\frac{dU}{dt} = LI\frac{dI}{dt}$$

ولإيجاد الطاقة الكلية المختزنة في الملف نجري التكامل :

$$U = \int_0^1 dU = \int_0^1 LI\,dI$$

$$U = \frac{1}{2}LI^2$$

- انتهت المحاضرة -

المحاضرة الحادية عشرة

مسائل

- المسألة الأولى:

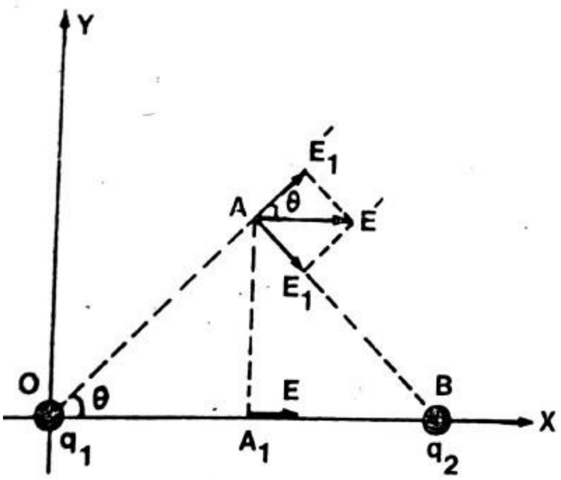
يحمل جسيم صغير الشحنة قدرها $(-5\times10^{-9})Coul$ وعندما يوضع في نقطة معينة من حقل كهربائي تؤثر عليه قوة قدرها $20\times10^{-9}N$ والمطلوب:

1. ماهي شدة الحقل الكهربائي في تلك النقطة؟
2. كم يكون مقدار ومنحى القوة الي تؤثر على الكترون يوضع في تلك النقطة؟

☒ المسألة الثانية:

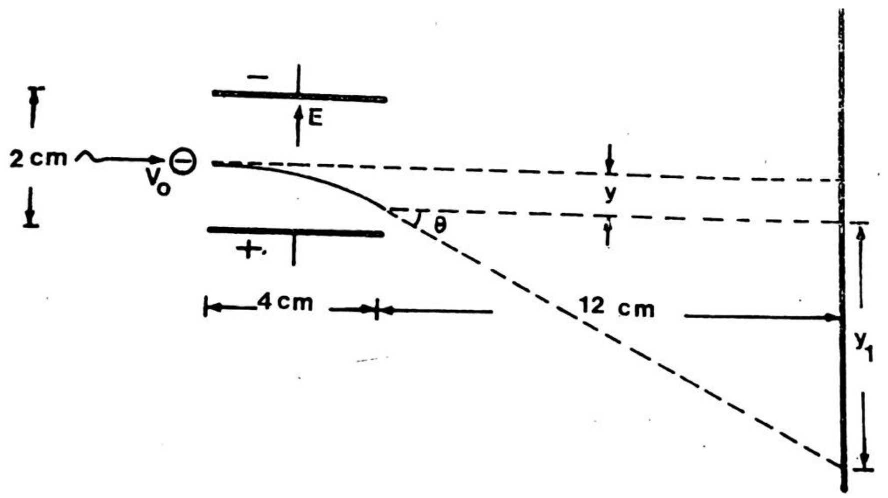
في جملة إحداثيات متعامدة ، وضعت شحنة قدرها $q_1=25\times10^{-9}Coul$ في مبدأ الإحداثيات ، وشحنة قدرها $q_2=-25\times10^{-9}Coul$ في النقطة $(x=6m, y=0m)$:

1. ماهي شدة الحقل في النقطة A_1 التي إحداثياتها $(x=3m, y=0m)$؟
2. ماهي شدة الحقل في النقطة A التي إحداثياتها $(x=3m, y=4m)$؟



☒ المسألة الثالثة:

قذف الكترون على طول المحور الواقع على بعدين متساويين من لوحي أنبوب الأشعة المهبطية، بسرعة ابتدائية قدرها $2\times10^{7}\dfrac{m}{\sec}$. وتبلغ شدة الحقل الكهربائي بين اللوحين $20000\dfrac{N}{m}$ وهو متجه نحو الأعلى والمطلوب:



1. على اي بعد تحت المحور يكون الالكترون قد تحرك عندما يبل نهاية اللوحين؟
2. بأية زاوية مع المحور تكون حركته عندما يادر اللوحين؟
3. على أي بعد تحت المحور سيصطدم الالكترون بالشاشة المفلورة؟

كتلة الالكترون : $9.1\times10^{-31}Kg$ شحنة الالكترون: $1.6\times10^{-19}Coul$

- انتهت المحاضرة -

الجزء العملي

مقدمة في الفيزياء العملية (1)

الأرقام الموثوقة والأرقام المعنوية

ليس ثمة قياس فيزيائي يخلو من الريبة مهما كان دقيقاً. وإن مدى إتقان الجهاز المستخدم قي القياس وكفاءة المجرب يحددان مدى جودة القياس وقربه من الحقيقة. فحتى لو استخدمنا أدق الأجهزة وطلبنا من أمهر المجربين إجراء القياس فإننا نبلغ مرتبة من تجزئة التقسيمات تدخل عندها الريبة إلى قراءاتنا أو إلى دلالة الجهاز.

تتطلب قياسات المقادير الفيزيائية بوجه عام كالطول والكتلة والزمن، قراءة سلم أو تدريج معين . وهناك طبعاً حد من الصغر لا يمكن تجاوزه لثخن خطوط التدريج إذ أن هذه الخطوط هي ذات ثخن غير معدوم. فنحن إذن لا بد أن نواجه في كل سلّم قياس مرتبة من صغر الواحدات لا نستطيع تحديد الرقم الدال على ناتج القياس فيها تحديداً موثوقاً تماماً فنقدره تقديراً وهذه المرتبة هي المشوبة بالريبة.

تتوخى في القياس ألا يتعدى الارتياب في الرقم الدال على هذه المرتبة الواحد الصحيح من مرتبته زيادة أو نقصان، وإذا تحقق ذلك قلنا إن الرقم المشار إليه موثوق إلى درجة كافية من الثقة.

وبديهي أن جميع الرقام في ناتج القياس قبل هذه المرتبة الصغرى (وهي المرتبة الأخيرة إلى اليمين) هي أرقام موثوقة.

فإذا كان ناتج قياس المقدار ($2.37m$) ، قصد به أن الاختلاف في القياس أو الارتياب به يتناول مرتبة الأجزاء المئوية من المتر فقط، وأن القيمة الحقيقية قد تختلف عما كتب زيادة أو نقصان مع بقائها ضمن المجال ($2.36m \langle a \langle 2.38m$).

ويمكن القول أن الرقمين 2و 3 موثوقان تماماً وأن الرقم 7 موثوق إلى درجة كافية. ويجب ألا ندون في ناتج القياس إلا الأرقام الموثوقة ثقة تامة والرقم الذي يليها إلى اليمين ثقة كافية.

نسمي جميع الأرقام في العدد الدال على ناتج القياس(أي أرقام موثوقة ورقم مشبوه) أرقاماً معنوية باستثناء الأصفار الواقعة إلى يسار هذه العدد.

مثال:

العدد: 2100 فيه 4 أرقام معنوية

العدد: 2.1×10^3 فيه أربع أرقام معنوية

العدد: 0.00021 فيه رقمين معنويين

العدد: 2.1×10^{-3} فيه رقمين معنويين

ملاحظة: إن تغيير موضع الفاصلة بسبب تحويل الواحدات مثلاً لا يغير من عدد الأرقام المعنوية في ناتج القياس ،

مثال : $207cm = 20.7m = 0.0207km$

في جميعها الأشكال الثلاثة توجد 3 أرقام معنوية هي 2 و 0 و7 .

أشهر التحويلات:

الرمز	معامل التضعيف	اسم الكسر أو المضاعف	
T	10^{12}	**Tera**	**تيرا**
G	10^{9}	**Giga**	**جيجا**
M	10^{6}	**Mega**	**ميجا**
k	10^{3}	**Kilo**	**كيلو**
H	10^{2}	**Hecto**	**هكتو**
Da	**10**	**Deka**	**ديكا**
d	10^{-1}	**deci**	**ديسي**
c	10^{-2}	**centi**	**سنتي**
m	10^{-3}	**milli**	**مللي**
µ	10^{-6}	**micro**	**ميكرو**
n	10^{-9}	**nano**	**نانو**
p	10^{-12}	**pico**	**بيكو**
F	10^{-15}	**femto**	**فيمتو**

أمثلة:

$$1\,femtometer = 1\,fm = 10^{-15}m$$
$$1\,picosecond = 1\,ps = 10^{-12}\sec$$
$$1\,megawatt = 1MW = 10^{6}W$$
$$1\,millivolt = 1m\,volt = 10^{-3}\,volt$$
$$1\,kilopascal = 1kPa = 10^{3}\,Pa$$
$$1\,gigahertz = 1Ghz = 10^{9}\,Hz$$

وحدات القياس وجملها :

نميز بين وحدات أساسية ووحدات متممة ووحدات مشتقة وبعد تحديد الوحدات الأساسية والمتممة تعرف كل وحدة مشتقة بعلاقة تربطها بالوحدات الأساسية والمتممة .

تؤلف مجموعة الوحدات المعرّفة المرتبط بعضها ببعض بعلاقات التعريف وجملة الوحدات. و أهم جملة من الوحدات هي الجملة الدولية للوحدات(S.I) التي أقرت عام 1960م .

الجملة الدولية (S.I):

يوضح لنا الجدول التالي وحدات الجملة الدولية :

أ. الوحدات الأساسية :

المقدار	واحدة القياس	الرمز المختصر
الطول	المتر	m
الكتلة	الكيلو غرام	kg
الزمن	الثانية	s
شدة التيار	الأمبير	A
درجة الحرارة الترموديناميكية	درجة كلفن	K^0
شدة الضوء	الشمعة	Cd
كمية المادة	المول	mol

ب. الوحداتان المتممتان:

المقدار	واحدة القياس	الرمز المختصر
الزاوية المستوية	الراديان	rad
الزاوية المجسمة	الستيراديان	sr

ج. أهم الوحدات المشتقة :

المقدار	واحدة القياس	الرمز المختصر
المساحة	المتر المربع	m^2
الحجم	المتر المكعب	m^3
التواتر	الهرتز	Hz
الكتلة النوعية	الكيلو غرام في المتر المكعب	kg/m^3
السرعة	المتر في الثانية	m/s
السرعة الزاوبة	الراديان في الثانية	rad/s
التسارع	المتر في مربع الثانية	$m.s^{-2}$
التسارع الزاوي	الراديان في مربع الثانية	rad/s^2
القوة	النيوتن	N
الضغط	النيوتن على المتر المربع (الباسكال)	N/m^2
اللزوجة الديناميكية	النيوتن × ثانية على متر مربع	$N.s/m^2$
العمل ، الطاقة	الجول	J
الاستطاعة	الواط	W
كمية الكهرباء (الشحنة)	الكولون	C
القوة	النيوتن	N

التجربة الأولى: وحدات وأخطاء القياس

(1-1) أخطاء القياس :

لا يوجد قياس صحيح مائة بالمائة ويحول دون الحصول على مثل هذا القياس أمور بعضها يعود لأخطاء نظامية والبعض الآخر لأخطاء عشوائية، فماذا يعني كلا المصطلحين؟؟

الأخطاء النظامية: وهي أخطاء منظومة القياس والتي يمكن تصحيحها أو أخذها بعين الحسبان وكمثال عنها:أخطاء أجهزة القياس : مثل انزياح إبرة في مقياس ذي مؤشر عن صفر التدريج.

الأخطاء العشوائية: وهي أخطاء يصعب التنبؤ بها، إذ يمكن أن يعطي تكرار القياس قيماً مختلفة مع أننا نقيس نفس المقدار، لذا في هذه الحالة يتم تكرار التجربة من أجل تصغير هامش الخطأ في النتائج.

تصنف الأخطاء التي يجب على المجرب الناجح أن يتجنب الوقوع فيها :

1. أخطاء المعايرة: تنتج من استخدام أداة قياس في ظروف غير التيُ صممت من أجلها.
2. أخطاء القراءة: ناتجة عن عدم النظر بصورة عمودية عند أخذ القراءة في مقياس ذي مؤشر أو عند قراءة سوية الزئبق في أنبوب اختبار.
3. أخطاء الحساسية: قد لا تتجاوب بعض أدوات القياس لتغيرات درجات الحرارة بالسرعة الكافية وفي هذه الحالة لابد من التريث قبل أخذ القراءة.
4. أخطاء الوسط: قد تلعب بعض الظروف الموجودة بالمخبر دور في التأثير على نتائج التجربة: الضغط، الاهتزاز، درجة الحرارة، رياح......

(1−2) تقدير الارتياب في القياس:

نميز نوعين من القياس:

- مباشر: يتم فيه استخدام أدوات القياس كقياس الطول والكتلة....
- غير المباشر: هو الذي يتم فيه حساب مقدار فيزيائي من عدة مقادير كقياس المساحة من خلال قياس الأبعاد....

تختلف تقدير الارتياب في القياس بحسب نوعه:

(1−2−1) تقدير الارتياب في القياس المباشر:

تزدادوثوقية قياس ما بأخذ وسطي عدد مستقل من هذه القياسات.

فإذا رمزنا للمقدار المقاس بـ a وإذا رمزنا لنتائج قياسه n مرة بـ $a_1, a_2, \ldots\ldots a_n$

فإننا نعرف القيمة الوسطى $\bar{a}$ لهذا المقدار بالعلاقة:

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + \ldots\ldots\ldots + a_n}{n} \Rightarrow \bar{a} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i$$

أما الارتياب المطلق فيه بالعلاقة:

$$\Delta a_1 = |a_1 - \bar{a}|$$

$$\Delta a_2 = |a_2 - \bar{a}|$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\Delta a_n = |a_n - \bar{a}| \Rightarrow$$

$$\overline{\Delta a} = \frac{|a_1 - \bar{a}| + |a_2 - \bar{a}| + \cdots + |a_n - \bar{a}|}{n} \Rightarrow$$

$$\overline{\Delta a} = \frac{\Delta a_1 + \Delta a_2 + \cdots + \Delta a_n}{n} \Rightarrow$$

$$\overline{\Delta a} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} |a_i - \bar{a}|$$

أما الارتياب النسبي (ليس له واحدة) يعرف بـ: $\frac{\overline{\Delta a}}{\bar{a}}$

أما الارتياب النسبي المئوي يعرف بـ: $\frac{\overline{\Delta a}}{\bar{a}} \times 100\%$

في نهاية القياس نكتب النتيجة كما يلي:

$$a = \left(\bar{a} \pm \overline{\Delta a}\right)(\text{واحدة القياس})$$

مثال (1):

قام 3 طلاب بقياس طول لوح خشبي فكانت النتائج:

L_1=30.26 cm	القياس الأول
L_2=30.48 cm	القياس الثاني
L_3=30.35 cm	القياس الثالث

فإن القيمة الوسطية للقياس:

$$\overline{L} = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{3} \Rightarrow \overline{L} = 30.36cm$$

أما الارتياب المطلق للقياس:

$$\Delta L_1 = \left|L_1 - \overline{L}\right| = 0.1cm$$
$$\Delta L_2 = \left|L_2 - \overline{L}\right| = 0.12cm$$
$$\Delta L_3 = \left|L3_n - \overline{L}\right| = 0.01cm$$
$$\overline{\Delta L} = \frac{\left|L_1 - \overline{L}\right| + \left|L_2 - \overline{L}\right| + \left|L_n - \overline{L}\right|}{3} = 0.0766cm$$
$$L = (30.36 \pm 0.08)cm$$

أما الارتياب النسبي للقياس:

$$\frac{\overline{\Delta L}}{\overline{L}} = \frac{0.08}{30.36} = 0.0026 = 0.003$$

والارتياب النسبي المئوي للقياس:

$$\frac{\overline{\Delta L}}{\overline{L}} \times 100\% = \left(\frac{0.08}{30.36} \times 100\right)\% = (0.003 \times 100)\% = 0.3\%$$

(2-3-1) تقدير الارتياب في القياس غير المباشر:

إذا أردنا أن نحسب دور النواس البسيط فنحن بحاجة لقياس طول النواس ومعرفة قيمة الجاذبية الأرضية ونطبق العلاقة:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

لكن ماذا لو أردنا حساب الارتياب في دور النواس كيف؟؟؟؟؟؟؟؟؟

هناك طريقة تدعى :طريقة التفاضل اللوغاريتمي وتتضمن ما يلي:

1. نبسط العلاقة إن أمكن ذلك.

2. نأخذ لوغاريتم الطرفين، هذا يعني أن نستخدم خواص اللوغاريتم وللتذكير:

$$\ln(x.y) = \ln(x) + \ln(y)$$
$$\ln\left(\frac{x}{y}\right) = \ln(x) - \ln(y)$$
$$\ln(x^a) = a\ln(x)$$
$$\ln(x+y) = \Phi$$
$$\ln(x-y) = \Phi$$

3. نأخذ تفاضل الطرفين (راجع قواعد الاشتقاق)
4. نخرج العوامل المشتركة (إن وجدت)
5. نستبدل الرمز d بـ Δ

سؤال: هل يوجد فرق بين استخدام الرمز(Ln) بدل من الرمز(Log) للوغاريتم؟ ولماذا؟

مثال (2):

بفرض (y,a,b) متحولات أوجد الارتياب النسبي والارتياب المطلق للمقدار(y):

$$a = y \times b$$

الحل:

أولاً: نقوم بإصلاح العلاقة:

$$y = \frac{a}{b}$$

ثانياً: نأخذ لوغاريتم الطرفين:

$$\ln(y) = \ln\left(\frac{a}{b}\right) \Rightarrow \ln(y) = \ln(a) - \ln(b)$$

ثالثاً: نأخذ تفاضل الطرفين:

$$\frac{1}{y}d(y) = \frac{1}{a}d(a) - \frac{1}{b}d(b) \Rightarrow \frac{dy}{y} = \frac{da}{a} - \frac{db}{b}$$

رابعاً: نستبدل الرمز d بـ Δ:

$$\left|\frac{\Delta y}{\bar{y}}\right| = \left|\frac{\Delta a}{\bar{a}}\right| + \left|\frac{db}{\bar{b}}\right|$$

لماذا تم استبدال الإشارة ؟

العلاقة السابقة هي ارتياب نسبي فيكون الارتياب المطلق:

$$\left|\Delta y\right| = \bar{y}\left|\frac{\Delta a}{\bar{a}}\right| + \bar{y}\left|\frac{db}{\bar{b}}\right|$$

مثال(3):

بفرض (y,a,b) متحولات أوجد الارتياب النسبي للمقدار (y):

$$y = 1 + \frac{a^2 - b^2}{a + b}$$

<u>الحل:</u>

أولاً: نقوم بإصلاح العلاقة:

من المفترض أن نقوم بتوحيد المقامات ولكن بالنظر للحد الثاني $\frac{a^2-b^2}{a+b}$ نجد أنه يمكن أن نكتب العلاقة بالشكل:

$$y = 1 + \frac{(a-b)(a+b)}{a+b} \Rightarrow$$
$$y = 1 + a - b$$

ثانياً: نأخذ لوغاريتم الطرفين:

$$\ln(y) = \ln(1 + a - b)$$

ثالثاً: نأخذ تفاضل الطرفين:

$$\frac{1}{y}d(y) = \frac{d(1)}{1+a-b} + \frac{d(a)}{1+a-b} - \frac{d(b)}{1+a-b} \Rightarrow$$
$$\frac{dy}{y} = 0 + \frac{da}{1+a-b} - \frac{db}{1+a-b}$$

رابعاً: نستبدل الرمز d بـ Δ:

$$\overline{\left|\frac{\Delta y}{\overline{y}}\right|} = \left|\frac{\overline{\Delta a}}{1+\overline{a}-\overline{b}}\right| + \left|\frac{\overline{\Delta b}}{1+\overline{a}-\overline{b}}\right|$$

تمارين :

1. بفرض (y, θ) متحولات أوجد الارتياب النسبي للمقدار (y):

$$3 - y = \sin(\theta)$$

2- بفرض (y,x,z ,θ ,Φ) متحولات أوجد الارتياب النسبي للمقدار (Φ):

$$\phi = \frac{x\sin^2(\theta)}{x^2 y + \sqrt{z}}$$

(1-4)التقريب في الحساب وقواعده:

- جميع الأرقام في العدد الدال على ناتج القياس هي أرقام موثوقة ماعدا الرقم الأخير هو مشبوه.
- نسمي جميع الأرقام في العدد الدال على ناتج القياس (أي الأرقام الموثوقة والرقم المشبوه) أرقاماً معنوية، باستثناء الأصفار الواقعة إلى يسار هذا العدد.

(1-4-1) قواعد تقريب الأعداد:

(1-4-1-1) القاعدة الأولى:

إذا كان أول رقم إلى يمين المرتبة التي يراد التقريب إليها أصغر من خمسة، يهمل مع كل ما يليه إلى اليمين. مثال: $67.249 \approx 67.2$

(1-4-1-2) القاعدة الثانية:

إذا كان أول رقم إلى يمين المرتبة التي يراد التقريب إليها أكبر من خمسة، أو خمسة متبوعة برقم أو عدة أرقام ليست جميعها أصفاراً، يضاف واحد إلى الرقم الذي يقع في المرتبة المذكورة، وتهمل كل الأرقام الواقعة إلى يمينه. مثال: $0.8397 \approx 0.84$

مثال: $27.2503 \approx 27.3$

(1-4-1-3) القاعدة الثالثة:

إذا كان أول رقم إلى يمين المرتبة التي يراد التقريب إليها هو خمسة غير متبوعة بأرقام أخرى، يقرب العدد إلى أقرب عدد زوجي، ويعني هذا الاحتفاظ بآخر رقم يسبق الخمسة إن كان زوجياً، أو إضافة واحد إليه إن كان فردياً. مثال: $53.25 \approx 53.2$

مثال: $73.35 \approx 73.4$

✓ أما إن كانت الأعداد التي نرغب في تقريبها أعداداً صحيحة، فنطبق القواعد السابقة مع ضرب العدد المقرب بعشرة مرفوعة إلى أس يساوي عدد الأرقام الممثلة للمراتب المهملة.

مثال: $52423 \approx 524 \times 10^2$

التجربة الثانية: التمثيل البياني

– تعبر القوانين الفيزيائية عن علاقات بين المقادير الفيزيائية. ويمكن التعبير عن هذه القوانين إما بالكلام أو العلاقات الرياضية أو التمثيل البياني.

(2–1) فوائد التمثيل البياني:

1. مراقبة نتائج القياس وكشف حالات الشذوذ فيها.
2. معرفة قيمة أحد المقدارين الفيزيائيين المتغيرين من أجل قيمة مختارة للأخر غير واردة في نتائج القياس.

(2–2) التمثيل البياني على الورق الميليمتري:

– يخصص المحور الأفقي للمتحول x(محور السينات) والمحور العمودي للتابع Y(محور العينات) .

– ينبغي ذكر اسم المقدار الفيزيائي بجوار محور الرسم

– يقسم كل محور الى وحدات رئيسة وجزئية تناسب التمثيل العددي التي تم الحصول عليها بالتجربة.

– ليس من الضروري ان يكون طول التقسيمة الواحدة على المحور الأفقي مساويا لطول التقسيمة على المحور الشاقولي.

(2–3) تفسير الرسم البياني:

التغير الخطي :عند الحصول على خط مستقيم يكون شكل العلاقة:

$$Y=mx+b$$

وتدل على انه يوجد تقاطع مع محور العينات لكن في حال كان المستقيم مار من المبدأ تصبح العلاقة:

$$Y=mx$$

التغير غير الخطي:اذا لم يكن الرسم البياني بشكل مستقيم هنا يصعب استخراج العلاقة الرياضية ولكن بالإمكان تحويل العلاقات غير الخطية لخطية من خلال :

$$Y=x^n$$

تمثل علاقة ذات تغير غير خطي حيث n هنا مجهولة وقد تكون قيمتها موجبة أو سالبة وعدد صحيح أو كسر لذا بأخذ اللوغاريتم للطرفين تصبح العلاقة بالشكل:

$$\log y = n \log x$$

وهي شبيهة بالعلاقة:

$$Y = mx$$

حيث تمثل $\log y$ المتغير Y و $\log x$ المتغير x و n قيمة الميل m.

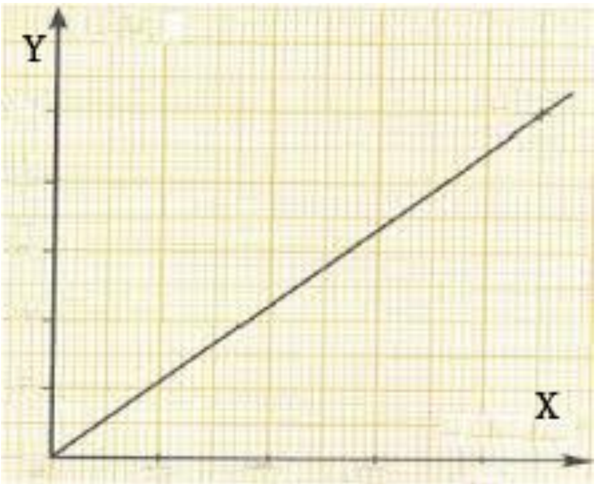
(2-4) تدريب على الرسم البياني:

لو علمت أن عدد المساهمين في شركة للحواسيب يرمز له بالمقدار Y وأن عدد التحسينات التي طرأت على أنظمة التشغيل يرمز له بالمقدار (x)% ، بين العلاقة البيانية بين عدد المساهمين والتحسينات على أنظمة التشغيل

X	1	0.50	0.33	0.25	0.20	0.17
Y	14.77	7.38	4.92	3.69	2.95	2.46

فكرة الحل هي : ارسم على ورقة ميلمترية تحولات Y بدلالة X بحيث تستخدم كامل الورقة.

فنحصل على المنحني التالي:

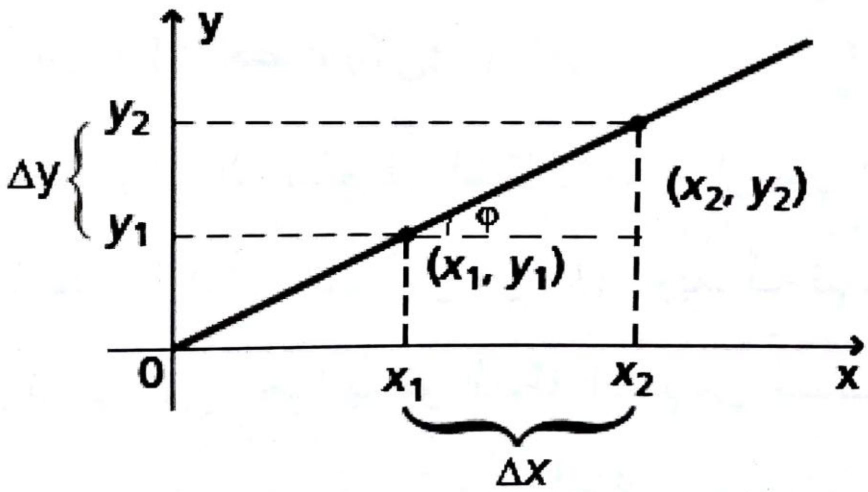


- الميل الفيزيائي:

- وهو يمثل في حالة الخط المستقيم نسبة تغير التابع Δy إلى تغير المتحول Δx مقيسين بالواحدات المستخدمة لكل منهما على محوره أي:

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

ونحصل عليه في حالة الخط المستقيم برسم مثلث قائم على النحو المبين بالشكل



وذلك من خلال نقطتين على المستقيم المرسوم ومتباعدين قدر الإمكان ولتكن $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$. ونشير إلى أنه ليس من الضروري أن تكون النقاط المختارة لحساب الميل نقاطاً تجريبية. وتكون النتيجة التي نجدها مستقلة بالطبع عن اختيارنا للتقسيمات على المحورين. فالميل الفيزيائي للمنحني الذي يبين تغيرات السرعة بدلالة الزمن يعطي التسارع. وتنتج واحدة التسارع في أثناء الحساب.

وكمثال نموذجي نحسب الميل الفيزيائي للمنحني المبين بالشكل أعلاه كمثال:

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{(4.7 - 0.8) \times 10^2\, cm}{(18 - 2) \times (1/60 \sec)} =$$

$$\frac{(3.9) \times 10^2\, cm}{(16) \times (1/60 \sec)} = \frac{390}{0.67} = 582.09\, cm/\sec$$

وظيفة:

ارسم خطاً بيانياً يمثل تغيرات السرعة بدلالة الزمن ، ماذا تستنتج من شكل الخط البياني؟ احسب الميل الفيزيائي للمستقيم الناتج.

الزمن (sec)	0	0.1	0.2	0.3	0.4
السرعة ($m/\sec$)	0.76	1.73	2.74	3.72	4.58

التجربة الثالثة: قياس الأطوال بواسطة القدم القنوية

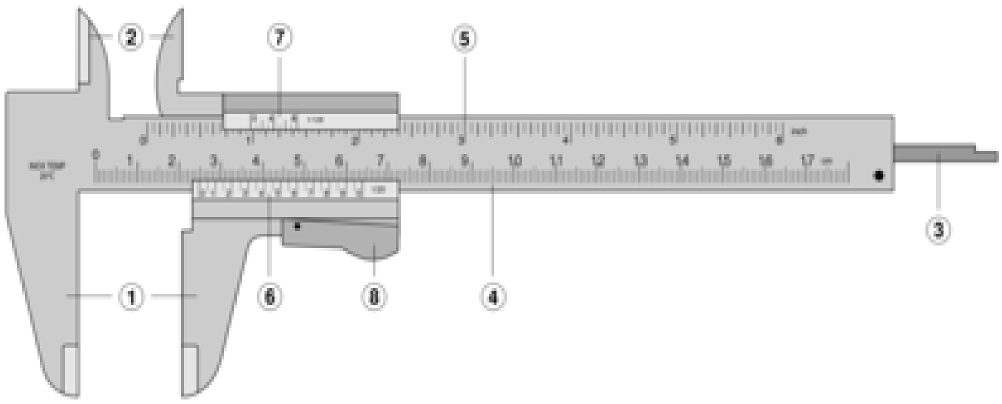
(3-1) الغاية من التجربة:

تعلم طريقة القياس بواسطة القدم القنوية

(3-2) التمهيد النظري:

تقيس القدم القنوية الشكل (1-1) الأبعاد الداخلية والخارجية، والعمق لأجزاء جسم ما مختلف الأشكال وتتميز عن المسطرة العادية بدقتها الأعلى نتيجة وجود الفرنية.

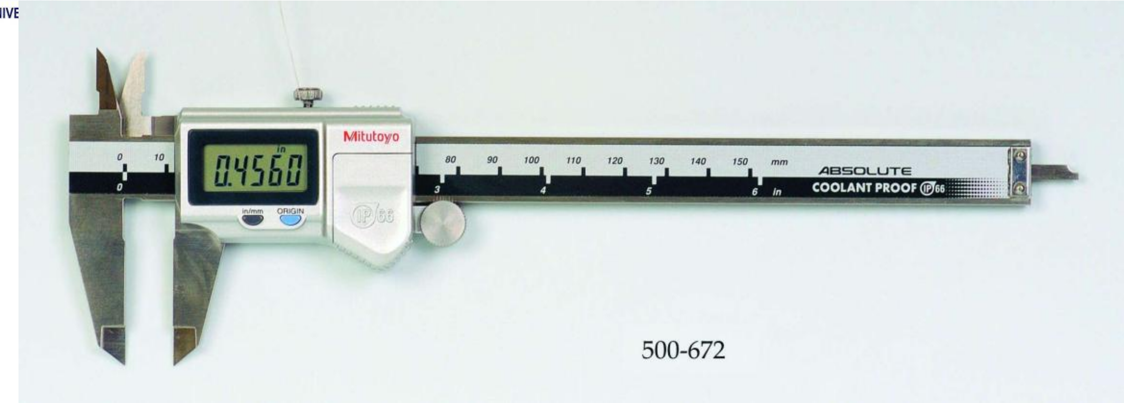
تتكون القدم القنوية من مخلبين حادين عند الحافتين الخارجيتين (2) لقياس الأبعاد الداخلية ومخلبين حادين عند الحافتين الداخليتين (1) لقياس الأبعاد الخارجية وذراع (3) يتحرك ضمن قناة خاصة به لقياس العمق. يثبت هذا الذراع وأحد المخلبين من كل نوع على جزء منزلق من الفرنية فيه قسم مدرج يستعمل كمسطرة تسمى مسطرة الفرنية (6) ، ينزلق هذا الجزء أمام مسطرة (4) مقسمة إلى تقسيمات قد تكون أصغرها مليمتر أو أجزاء من الانش، فيجب التحقق من طرف المسطرة المستعمل وتقسيماته عند القراءة.



الشكل (3-1) القدم القنوية

نبدأ عادة القراءة بالتأكد من أن صفر الفرنية منطبق على صفر المسطرة عند تلامس أطراف المخالب الحادة كل مع مقابله، ثم نضع الجزء المراد قياسه فينزاح صفر الفرنية بقدر هذا البعد، يتم أخذ القراءة على مرحلتين : الأولى تحديد الجزء الصحيح فنقرأ عدد التقسيمات على المسطرة ، أما الثانية: هي الجزء الكسري ويؤخذ من الفرنية حيث يؤخذ الرقم الذي يقع على امتداد تدريجات المسطرة، ونقرأ الرقم ومن ثم نقسمه على عدد تدريجات الفرنية.

في الوقت الحالي توجد القدم القنوية الالكترونية الشكل (3-2) التي تعطي القياس مباشرة على شاشة صغيرة.



الشكل (3-2) القدم القنوية الالكترونية

(3-3) الأجهزةوالأدوات:

قدم قنوية، قالب خشبي، قالب اسطواني، سلك معدني.

(3-4) طريقة العمل:

1. تحقق قبل البدء بالتجربة من انطباق صفر المسطرة على الفرنية.
2. استخدم متوازي مستطيلات الخشبي وقم بقياس أبعاده (الطول والعرض والارتفاع) بحيث تعيد القياس مرتين وأملأ النتائج وفق الجدول.

متوازي مستطيلات الخشبي							
	المحاولة الأولى			المحاولة الثانية			الوسطي
	a	b	$x=a+b$	a	b	$x=a+b$	
الطول							
العرض							
الارتفاع							

3. استخدم الاسطوانة المفرغة وقم بقياس الأقطار الداخلية والخارجية وارتقاع الأسطوانة بحيث تعيد القياس مرتين.

اسطوانة							
	المحاولة الأولى			المحاولة الثانية			الوسطي
	a	b	$x=a+b$	a	b	$x=a+b$	
قطر داخلي							
قطر خارجي							
ارتفاع							

التجربة الرابعة: قياس الأطوال بواسطة الدوارة اللولبية

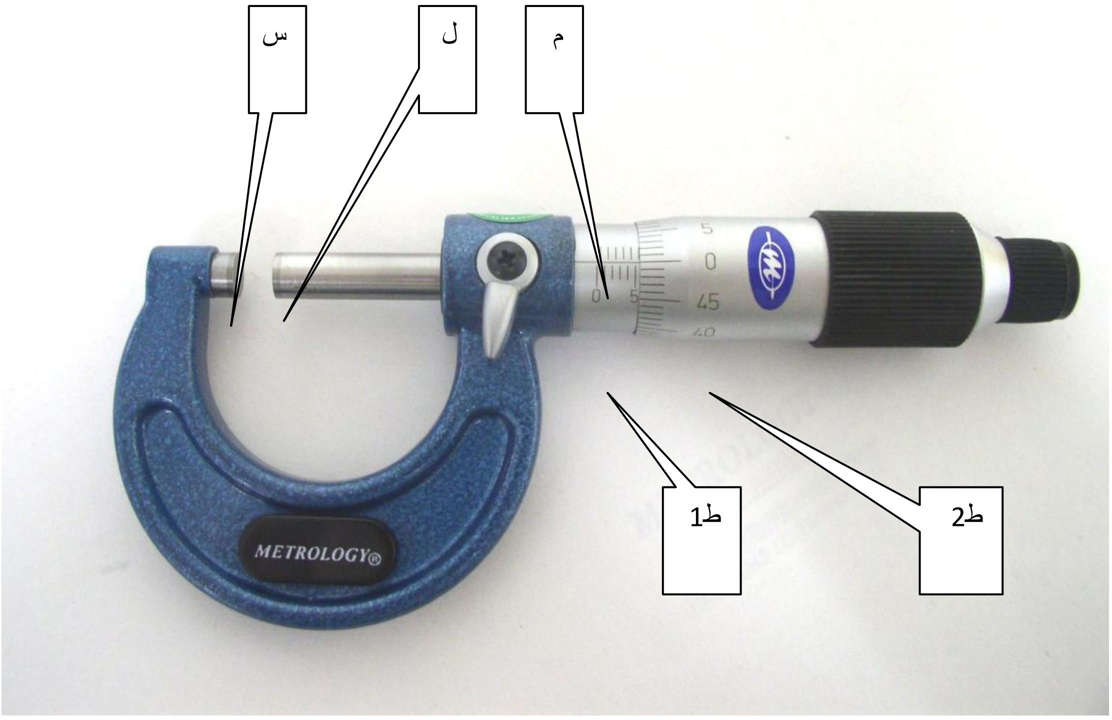
(4-1) الغاية من التجربة:

تعلم طريقة القياس بواسطة الدوارة اللولبية.

(4-2) التمهيد النظري:

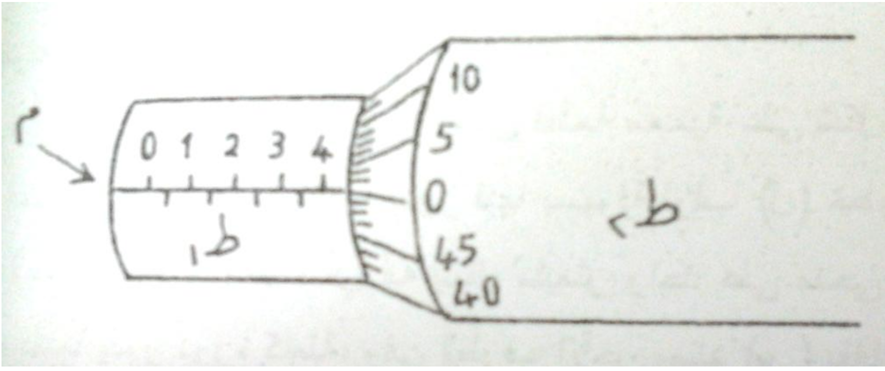
تقيس الدوارة اللولبية السماكات وأقطار الأسلاك وهي أدق قياساً من القدم القنوية.

تتكون الدوارة اللولبية الشكل (4-1) من قطعة معدنية على شكل حرف U ، في أحد طرفيها صامولة ثابتة يدور فيها بسهولة لولب (ل) خطوته في الحالة العامة مليمتر واحد أي أنه ينتقل مليمتر واحد على منحى محور دورانه عندما يدور دورة كاملة، وفي الطرف الأخر مسند (س) يقابل رأس اللولب (ل)، وينتهي اللولب بأسطوانة (ط2) تنزلق دورانياً على أسطوانة أخرى (ط1) مثبتة بالصامولة، وحافة الاسطوانة (ط2) القريبة من الصامولة، مخروطة كبرية القلم ومقسمة في الحالة العامة إلى مئة تقسيمه متساوية، كما يوجد على طول أحد مولدات الاسطوانة (ط1) خط مستقيم (م) مدرج بالمليمترات نسميه المسطرة.



الشكل (4-1) الدوارةاللولبية

نبدأ عادة القراءة بالتأكد من سلامة الدوارة اللولبية قبل استعمالها، يتم أخذ القراءة على مرحلتين : الأولى من الاسطوانة (ط1) الشكل (2-4) حيث نقرأ التدريجة الأساسية من القسم الأعلى ونقرأ التدريجة العشرية من القسم الأسفل ، أما الثانية: نأخذه من الاسطوانة (ط2) لنقرأ التدريجة المئوية بحيث نقرأ الرقم الناتج ونقسمه على مئة تدريجة .



الشكل (2-4) القدم القنوية (الاسطوانيتن)

(3-4) الأجهزة والأدوات:

دوارة لولبية، قالب خشبي، قالب اسطواني، سلك معدني.

(4-4) طريقة العمل:

1. تأكد من سلامة الدوارة اللولبية قبل استعمالها.
2. استخدم السلك الثخين وقم بقياس قطره من ثلاث أماكن مختلفة وأملأ الجدول التالي:

السلك الثخين				
	a	b	c	$x=a+b+c$
المحاولة الأولى				
المحاولة الثانية				
المحاولة الثالثة				
الوسطي				

3. أعد ذات التجريو وقم بحساب قطر السلك الرفيع وقم بقياس قطره من ثلاث أماكن مختلفة وأملأ الجدول التالي:

السلك الرفيع				
	a	b	c	$x=a+b+c$
المحاولة الأولى				
المحاولة الثانية				
المحاولة الثالثة				
الوسطي				

4. استخدم الصفيحة الرفيعة وقم بقياس سماكتها من ثلاث أماكن مختلفة وأملأ الجدول التالي:

الصفيحة المعدنية				
	a	b	c	$x=a+b+c$
المحاولة الأولى				
المحاولة الثانية				
المحاولة الثالثة				
الوسطي				

التجربةالخامسة: الحركة الاهتزازية التوافقية

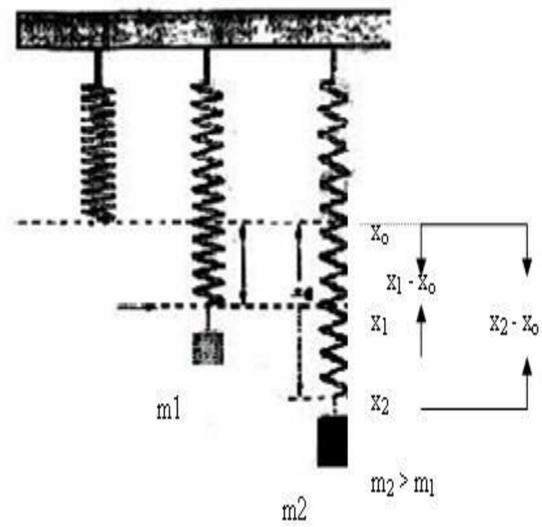
(5-1) الغاية من التجربة:

التحقق من صحة قانون هوك.

(5-2) التمهيد النظري:

الحركة الاهتزازية التوافقية: هي حركة كتلة مادية مقترنة بنابض مثالي عديم الكتلة ومرونته تامة، ولا يتأثر هذا النابض بقوى الاحتكاك أو الجاذبية الأرضية أو مقاومة الهواء الشكل (5-1). تخضع الكتلة المهتزة لقوة إرجاع النابض. فعند إزاحة الجملة عن وضع توازنها فإنها تخضع لقوة الإرجاع (F) والتي تتناسب مع مقدار الإزاحة(x) وتتجه دوما نحو مركز التوازن ويعبر عن قوة الإرجاع هذه بقانون هوك:

$$\vec{F} = D\,\vec{x}$$



الشكل (5-1) قوةهوك

حيث D : ثابت صلابة النابض وهو عبارة عن قوة الشد المقابلة لواحدة الاستطالة.

نختار جملة إحداثيات وحيدة البعد مكونة من الشاقول بحيث تكون الجهة الموجبة نحو الأعلى.

$$F = -D\,x$$

$$F = ma = -D\,x$$

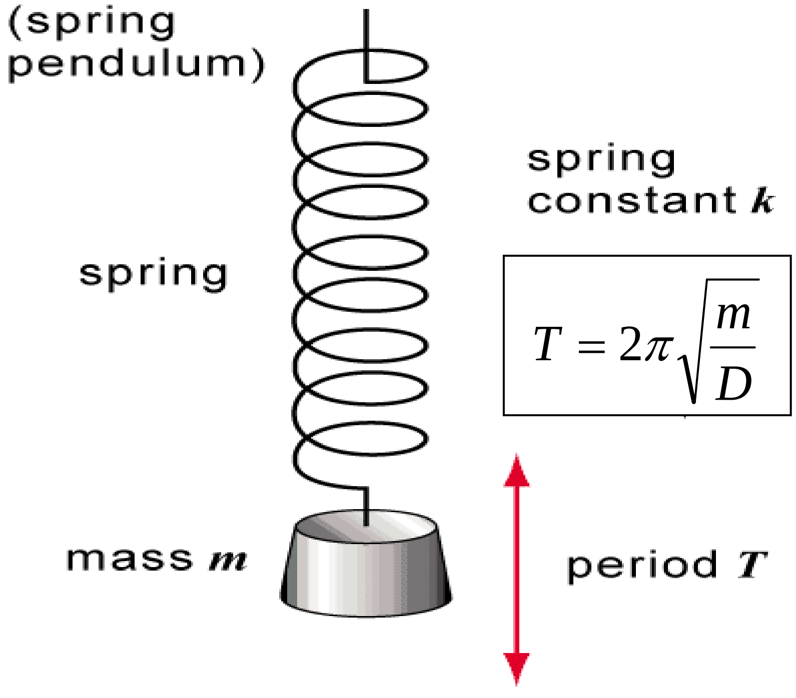
يتحرك النابض حركة جيبية حيث نبض الحركة يعطى بالعلاقة :

$$w = \sqrt{\frac{D}{m}}$$

ومنه نستطيع أن نكتب دور الحركة الاهتزازية التوافقية الشكل (2-5) كما يلي:

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

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$$



الشكل (2-5) دور الحركة الاهتزازية

(5-3) الأجهزةوالأدوات:

نوابض لولبية مختلفة –أوزان مختلفة – حامل .

(5-4) طريقة العمل:

(5-4-1) حساب ثابت صلابة النابض:

1. علق النابض بحامله، ثم قس طول النابض L_0.
2. علق في نهاية النابض كتلة m_1 فيستطيل النابض، نقيس الطول بعد الاستطالة L_1ثم نحسب الإزاحة : $x=L_1-L_0$ ورتب نتائجك في الجدول التالي:

ملاحظة: حول الطول من cmإلىm

حول الكتلة منgإلىkg (بالإمكان التوجيه باستخدام الوحدات الدولية)

قم بحساب الخطأ المرتكب في التجربة انطلاقاً من العلاقة: $D=\frac{m\,g}{x}$

$L_0=$ m					
$D=\frac{m\,g}{x}$	$x=L_1-L_0$ (m)	L_1 (m)	m.g	m (kg)	رقم التجربة
					1
					2
					3
					4
					5
					6
وسطي D = N\m					

(5-4-2) دراسة العلاقة مابين دور النابض والكتلة المعلقة بالنابض:

1.علق بنهاية النابض الكتل المتوفرة لديك بدء من الأصغر.

2. قم بإزاحة النابض للأسفل قليلاً (أو للأعلى قليلاً) وفي لحظة تركك للنابض قم بتشغيل المؤقت للزمن وقم بعد النوسات (25 نوسة)

..3 بعد الانتهاء من عد النوسات أوقف المؤقت الزمني وسجل قيمته في عمود زمن النوسات (t)

4. أكمل الجدول وفق ما يلي:

T^2	$T = \frac{t}{25}$ (s)	زمن النوسات t (s)	m (kg)	رقم التجربة
				1
				2
				3
				4
				5
				6

5.ارسم تحولات مربع الدور بدلالة الكتلة المعلّقة بالنابض على ورقة ميلمترية ، واحسب الميل الفيزيائي للمستقيم الناتج ، ماذا تستفيد من ميل المستقيم الناتج؟

6. قم بحساب الخطأ المرتكب في التجربة بدءاً من العلاقة: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$ بطريقة التفاضل اللوغاريتمي.

وظيفة:

إذا علمت انه في تجربة الحركة الاهتزازية التوافقية :

علقنا كتلة بالنابض قدرها $(100g)$ خلال 25 نوسة ليعطي زمن قدره $(30\sec)$ ؟

احسب دور الحركة الاهتزازية التوافقية ، ثم احسب ثابت صلابة النابض؟

ملاحظة : لا تنسى تحويل الواحدات للجملة الدولية.

وظيفة:

إذا علمت أنه في تجربة الحركة الاهتزازية التوافقية :

علق كتلة قدرها($150g$) في نابض طوله ($40cm$) ليصبح طوله بعد الاستطالة ($47cm$) .

احسب الاستطالة الناتجة ، ثم احسب ثابت صلابة النابض علماً بأن ($10m/\sec^2$) .

ملاحظة : لا تنسى تحويل الواحدات للجملة الدولية.

التجربة السادسة : النواس البسيط

(6-1) الغاية من التجربة:

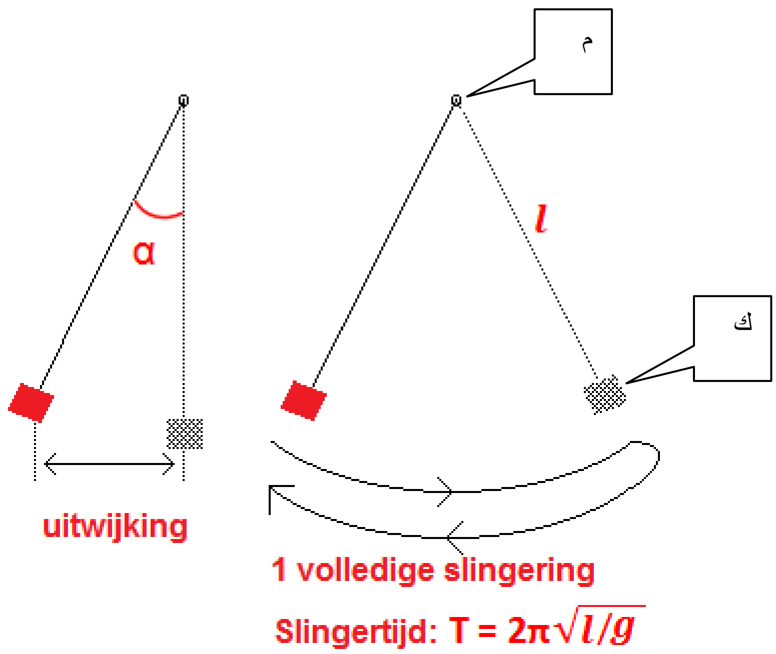
دراسة العوامل المؤثرة على دور النواس البسيط.

(6-2) التمهيد النظري:

النواس: جسم صلب قابل للنوسان حول محور لا يمر من مركز ثقله، وغالباً ما نعتبر هذا المحور أفقياً.

أما النواس البسيط الشكل (6-1) فهو حالة خاصة من النواس ويعرف بأنه نقطة معلقة بخيط عديم الكتلة والفتل والتمدد، ثبت طرفه العلوي بنقطة ثابتة (م) تسمى نقطة التعليق.

وبما أن هذا النواس لا يمكن تحقيقه عملياً فيمكن صنع نواس أقرب ما يمكن إليه بتعليق كرة صغيرة ثقيلة (ك) بخيط طويل دقيق (م ك) زهيد الكتلة والفتل والتمدد.



الشكل (6-1) النواس البسيط

للنواس مقادير:

- طول النواس L : هو المسافة بين نقطة تعليقه ومركز ثقله.

- النوسة الكاملة: هي الحركة التي يقوم بها النواس عندما يشرع بالحركة من نقطة معينة وحتى يعود إليها.

- الدور T: هو المدة الزمنية اللازمة ليقوم النواس بنوسة كاملة.

يعرف دور النواس البسيط من أجل السعات الصغيرة وفق العلاقة التالية:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

حيث g تسارع الجاذبية الأرضية.

نلاحظ من هذه العلاقة استقلال دور النواس عن كتلة النواس وسعته، وأن دور النواس يتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لطول النواس وعكساً مع الجذر التربيعي للجاذبية الأرضية.

(6-3) الأجهزة والأدوات:

حامل النواس – عداد ثواني – مسطرة قياس- كرات للنواس.

(6-4) طريقة العمل:

(6-4-1) التحقق من استقلال دور النواس عن سعته مادامت صغيرة:

1. قم بتعليق النواس من نقطة التثبيت وتأكد من تثبيت الكرة في أسفله.
2. اضبط طول النواس على متر واحد.
3. قم بإزاحة النواس بمقدار (3^0) حيث يعطينا الجدول التالي الإزاحة الخطية المقابلة لإزاحة الزاوية:

السعة	الازاحة
5^0	10 cm
9^0	15 cm
12^0	20 cm

4. واحسب الزمن اللازم لـ 25نوسة وقم بملء الجدول :

<table>
<tr><th colspan="4">مادة كرة النواس:</th><th colspan="3">طول النواس متر واحد</th></tr>
<tr><th rowspan="2">السعة</th><th colspan="3">مدة 25 نوسة</th><th rowspan="2">$\overline{t}$ (s)</th><th rowspan="2">$\overline{T} = \frac{\bar{t}}{25}$</th><th rowspan="2">الانحرافات التجريبية</th></tr>
<tr><th>التجربة (1)</th><th>التجربة (2)</th><th>التجربة (3)</th></tr>
<tr><td>5^0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>9^0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>12^0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">الوسطي :</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">الاستنتاج :</td></tr>
</table>

ملاحظة:

الزمن هو (t) أما الدور هو (T)

(6-4-2) دراسة علاقة دور النواس بـ طول النواس:

1. قم باختيار كرة نواس تستخدمها بحيث تبقى ثابتة في هذه التجربة
2. اختر سعة النوسة من أجل (9^0)
3. قم بتغيير طول النواس وفق الجدول
4. ارسم تحولات مربع الدور بدلالة طول النواس على ورقة ميلمترية ؟ احسب الميل الفيزيائي ؟ ماذا نستفيد من ميل المستقيم الناتج؟
5. قم بحساب الخطأ المرتكب في التجربة بدء من العلاقة : $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ بطريقة التفاضل اللوغاريتمي.

مادة كرة النواس:				سعة النوسة : (9^0)		
طول النواس	مدة 25 نوسة			$\overline{t}$ (s)	$\overline{T}=\frac{\bar{t}}{25}$	الانحرافات التجريبية
	التجربة (1)	التجربة (2)	التجربة (3)			
وسطي الدور =						
الاستنتاج:						

وظيفة:

في تجربة النواس البسيط

إذا علمت أن كتلة كرة النواس $(641g)$ المعلقة بالخيط عديم الامتطاط من أجل سعة (9^0) .
فينوس النواس 25 نوسة خلال زمن قدره $(39.8\sec)$.

1. أوجد دور النواس
2. أوجد تسارع الجاذبية الأرضية في مكان التجربة وهل النتيجة قريبة من الواقع ؟

التجربة السابعة: راسم الاهتزاز المهبطي وقياس القوى الكهربائية

(7-1) الغاية من التجربة:

التعرف على مبدأ عمل الراسم والتدرب على استعماله لقياس القوى المحركة الكهربائية المستمرة.

(7–2)التمهيد النظري:

يتألف راسم الاهتزاز الشكل (7–1) من أجزاء أهمها:

(7–2–1)أنبوب الاشعة السينية:

وهو أنبوب مفرّغ من الهواء تقع في أحد طرفيه شاشة (Florescent Screen) مطلية بمادة كيميائية تصدر ضوءاً لدى اصطدام الالكترونات بها، وفي الطرف الآخر قاعدة تبرز منها دبابيس تتصل بعناصر الأنبوب كما يلي:

- فتيل التنغستان (يقع تحت المهبط) يتوهج لدى مرور التيار الكهربائي فيه، ويسخن الفتيل المهبط (Heater) الذي يطلق حينئذ سيلاً من الالكترونات.
- تتحكم الشبكة(Intensity grid) بغزارة الالكترونات الخارجة من فتحتها وبالتالي في شدة الأثر الذي تتركه الالكترونات على الشاشة .
- تجذب الالكترونات جملة المصاعد الشبكة(Fouse grid) على هيئة اسطوانات مفتوحة من أطرافها ومتصلة بكمونات عالية تجعل حزمة الالكترونات تنتظم بشكل حزمة دقيقة تصطدم بمركز الشاشة .
- يحتوي أنبوب الأشعة المهبطية على لوحين أفقين متوازيين الشبكة(Deflection plate-a) يسميان لوحي الانحراف الشاقولي، لأن في استطاعتهما تحريك حزمة الالكترونات إلى الاعلى والأسفل إذا طبق بينهما فرق كمون كهربائي مناسب.
- كما يحتوي أنبوب الأشعة المهبطية على لوحين شاقوليين متوازيين (Deflection plate -b) يسميان لوحي الانحراف الأفقي لأن في استطاعتهما تحريك حزمة الالكترونات إلى اليمين وإلى اليسار إذا طبق بينهما فرق كمون كهربائي مناسب.

(7-2-2) مضخم الانحراف الشاقولي:

إن مقدار انزياح حزمة الالكترونات بفعل فرق الكمون V المطبق بين لوحي الانحراف يتناسب طردا مع هذا الفرق الأمر الذي يسمح باستخدام الراسم لقياس القوى المحركة بعد تدريجه تدريج مناسب حيث يظهر هذا التدريج على مفتاح الحساسية **الشاقولية.**

(7-2-3) مولد قاعدة الزمن:

يستخدم الراسم بحيث يتصل لوحا الانحراف الأفقي فيه بفرق كمون يتولد داخل الراسم ويتغير مع الزمن وفق منحني بياني على شكل أسنان المنشار. يؤدي تطبيق هذا الفرق الكموني على لوحي الانحراف **الأفقي** إلى تحريك حزمة الكترونات من أقصى يسار الشاشة إلى أقصى يمينها بسرعة منتظمة ثم إعادة هذه الحزمة إلى أقصى اليسار خلال فترة تكاد أن تساوي الصفر. ويجري التحكم بسرعة هذه الحركة عادة بمفتاح يسمى مفتاح قاعدة الزمن.

(7-2-4) مضخم الانحراف الأفقي:

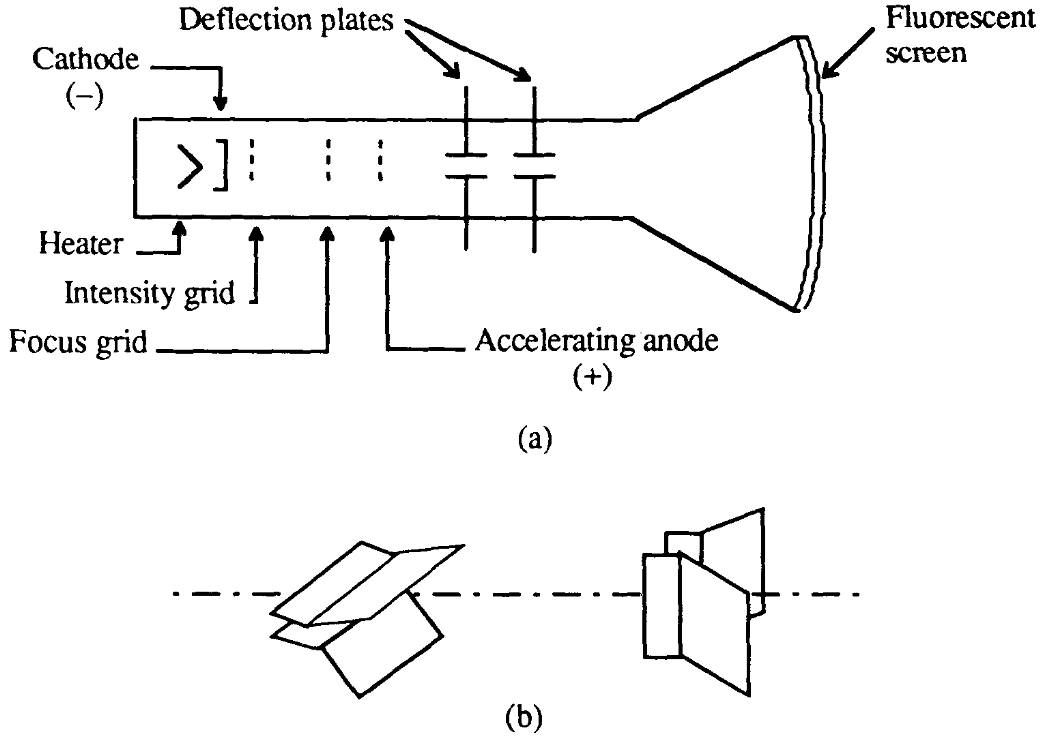
وهو يشبه في عمله مضخم الانحراف الشاقولي ويعمل عند تطبيق إشارة خارجية على لوحي الانحراف الأفقي.

(7-2-5) المخفف:

وهو يعمل على تخفيف شدة الإشارة المدروسة إذا كانت ذات كمون عال.

(7-2-6) قسم التغذية:

وهو القسم الذي يغذي جميع دارات راسم الاهتزاز المهبطي بالتيار المستمر العالي والمنخفض التوتر.



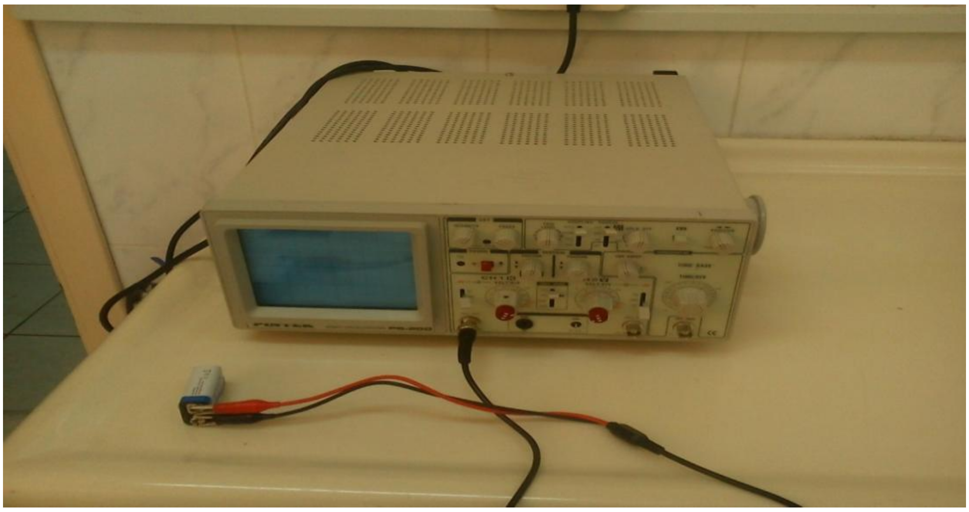
الشكل (7−1) أجزاء راسم الاهتزاز المهبطي

(7-3) الأجهزة والأدوات:

راسم اهتزاز مهبطي – أسلاك توصيل – بطاريات – محولة خافضة للضغط – مقياس فولط.

(7-4) طريقة العمل:

(7-4-1) استخدام راسم الاهتزاز المهبطي في قياس القوى المحركة الكهربائية المستمرة



1. قم بوصل السلك المخصص لراسم الاهتزاز باحدى القناتين للراسم.
2. اضبط حساسية القراءة.
3. قم بوضع الراسم على وضعية التأريض GD قبل الوصل مع البطارية وضع الاشارة في منتصف الشاشة.
4. قم بتغيير وضع الراسم الى الوضعية DC ثم قم بوصله مع البطارية واقرأ عدد المربعات الشاقوليةالتي انتقلت اليها الاشارة فتكون هي القوة المحركة الكهربائية المطلوبة ضع هذه القراءة تحت القيمة y_1.
5. قم بعكس الاستقطاب وقم بإعادة التجربة وسجل القراءة الجديدة تحت y_2.
6. املأ الجدول بحيث n هي حساسية الراسم.

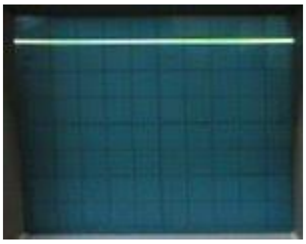
قم بقياس قيمة القوة مباشرة مع مقياس فولط مستمر $E^/$(ضع المقياس على وضعية القراءة DC). وقارن مع ماحصلت سابقا عليه.

انحراف القيمة المقاسة من الراسم عن القيمة المقاسة بمقياس الفولط	الانحراف الشاقولي (تقسيمة)					قراءة الحساسية n
	$E^/$ مقاسة بمقياس الفولط	E=ny	الوسطي y	y_2	y_1	

(7-4-2) استخدام راسم الاهتزاز المهبطي في قياس القوى المحركة الكهربائية المتناوبة:

القسم الأول:

1. ضع مفتاح الإشارة على الوضعية AC ، واجعل مفتاح الحساسية الشاقولية على وضعية مناسبة مثلاً (5 v\ div) .
2. صل الراسم مع المحولة الخافضة للتيار وصل الأجهزة بالتيار المتناوب. فيظهر خط في وسط الشاشة ، فسر هذه المشاهدة؟



3. قس عدد التقسيمات الشاقولية التي يغطيها الخط علماً أن الخط يغطي ضعفي الكمون الأعظمي V_0.
4. قم بتغيير موضعي السلكين هل سيحدث أي تغيير؟
5. احسب الكمون المنتج باستخدام العلاقة:

$$V_{eff} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

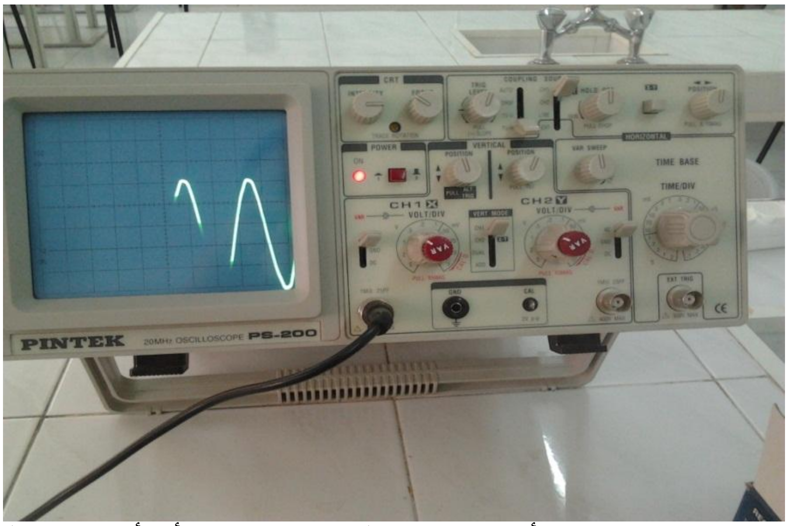
6. املأ الجدول التالي:

	الكمون المقاس مباشرة من مقياس الكمون V_{eff}'	$V_{eff} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$	V_0	$2V_0$	عدد المربعات التي تشمل الخط الناتج	قراءة الحساسية n
تجربة (1)						
تجربة (2)						

7. قم بوصل طرفي المحولة مع مقياس الفولط مباشرة بعد وضع المقياس على الوضعية AC وخذ القراءة الناتجة V_{eff}' وضع النتيجة في الجدول أعلاه.

القسم الثاني: قياس الزمن

1. ضع مفتاح الانحراف الأفقي على الوضعية ، وأدر مفتاح قاعدة الزمن على الوضعية (0.5 sec / div) فنرى بقعة الالكترونات تسير بسرعة .
2. صل راسم الاهتزاز مع المحولة فنرى ارتسام منحني جيبي وحيد يظهر على الشاشة.



3. قس عدد التقسيمات <u>الأفقية</u> التي يغطيها دور كامل أو أكثر بشرط أن تكون الأدوار الكاملة من المنحني الجيبي.
4. احسب الدور T والتواتر f من خلال الجدول التالي:

	$f=\dfrac{1}{T}$	$T=\dfrac{n\,y}{1000\,x}$	عدد التقسيمات الأفقية التي يشملها الأدوار y	عدد الأدوار الكاملة x	قراءة الحساسية N
تجربة (1)					
تجربة (2)					

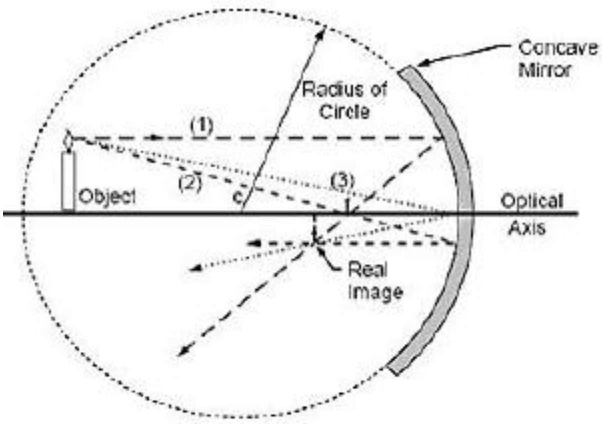
التجربة الثامنة:المرآة المقعرة

(8-1) الغاية من التجربة:

قياس البعد المحرقي للمرآةالمقعرة بطريقة ديكارت (قانون الترافق)، والتحقق من صحة قانون التكبير الخطي العرضاني.

(8-2) التمهيد النظري:

تعريف المرآة المقعرة الشكل (9-1) : هي عبارة عن سطح كروي مقعر عاكس للضوء، هذا السطح هو جزء من كرة، وبالتالي نصف قطر انحناء المرآة (r) هو نصف قطر الكرة المقتطعة منها، ومركز المرآة (C) هو مركز هذه الكرة.



الشكل (8-1) المرآة المقعرة

تشبه المرآة المقعرة العدسة من حيث أنها تجمع الحزمة الضوئية الموازية لمحورها بعد انعكاسها في نقطة تدعى بالمحرق (F)ويرمز للبعد المحرقي بالرمز (f) .

تعطى العلاقة بين (f) و (r) كالتالي:

$$r = 2f$$

تشكل المرآة المقعرة لجسم طوله (h) يقع على بعد (S)منها خيالاً على بعد (S')منها وله طول (h')

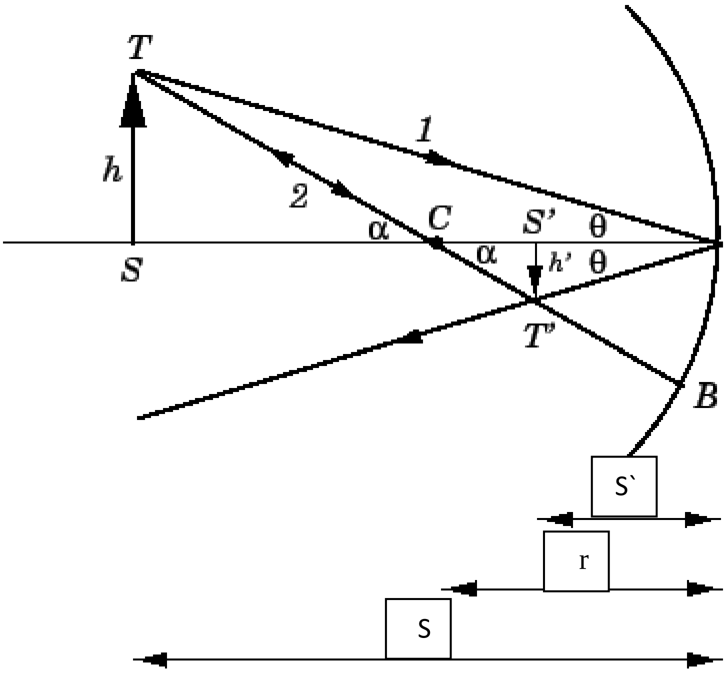
نستطيع عندئذٍ أن نعرف كل من قانون ديكارت بالعلاقة:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$$

وقانون التكبير الخطي العرضي الشكل (2-9) :

$$m_t = \frac{h'}{h} = -\frac{S'}{S}$$

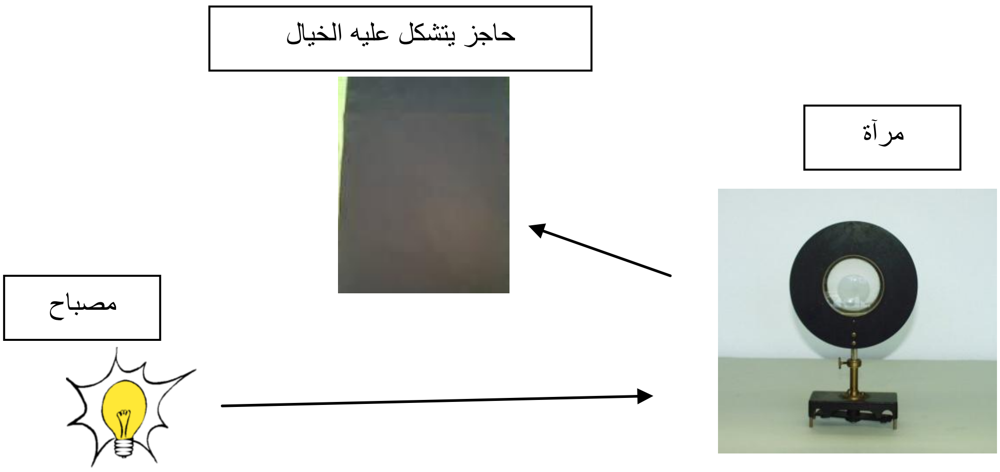
حيث m_tالتكبير الخطي العرضاني للمرآة.



الشكل (2-8) التكبير العرضاني

(3-8) الأجهزة والأدوات:

مرآة مقعرة، مصباح، جسر ضوئي، تغذية كهربائية، شاشة أو حاجز لاستقبال الخيال، أسلاك، شاشة مع شق على شكل سهم، حوامل.



(8-4) طريقة العمل:

1. قم بحساب نصف قطر انحناء المرآة(r) وذلك بوضع الجسم والشاشة التي تتلقى عليها الخيال على نفس المستوي وطبق العلاقة الموجودة في التمهيد النظري.
2. قم بتغيير موضع الشاشة التي تتلقى عليها الخيال على الجسر الضوئي واحسب كل من : (h) ، (S) ، (S') ، (h') وأوجد البعد المحرقي والتكبير الخطي وقم بملء الجدول التالي:

h= (cm)							
$m_t = -\frac{S'}{S}$	$m_t = \frac{h'}{h}$	h\ (cm)	f (cm)	$\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$ (cm)	S\ (cm)	S (cm)	رقم التجربة
							1
							2
							3
							4

3. احسب الخطأ المرتكب في قياس البعد المحرقي f اعتماداً على قانون ديكارت.

التجربة التاسعة: قوانين العدسات (قياس البعد المحرقي للعدسات)

(9-1) الغاية من التجربة :

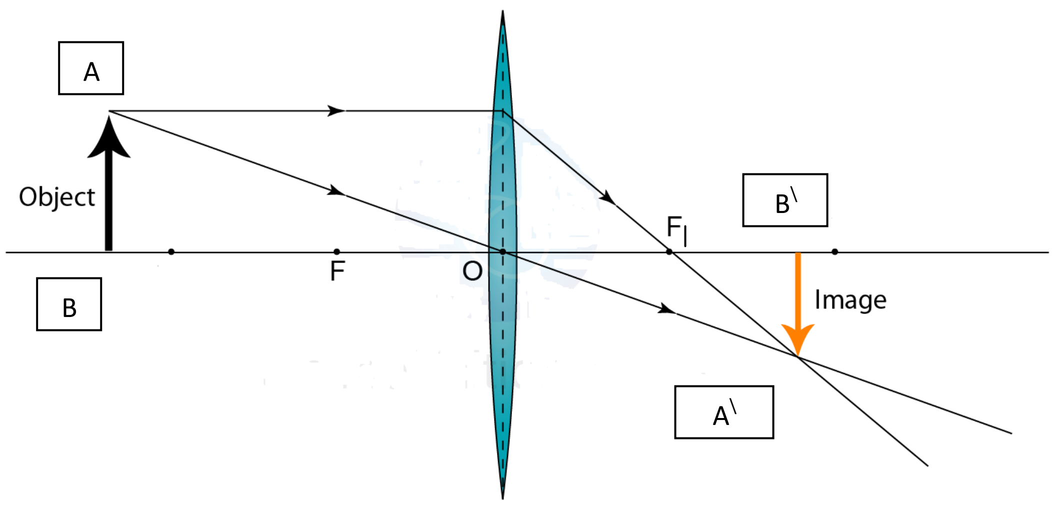
1) التعرف على أنواع العدسات وقوانينها الأساسية
2) قياس البعد المحرقي للعدسة بطريقة ديكارت (قانون الترافق)

(9-2) التمهيد النظري :

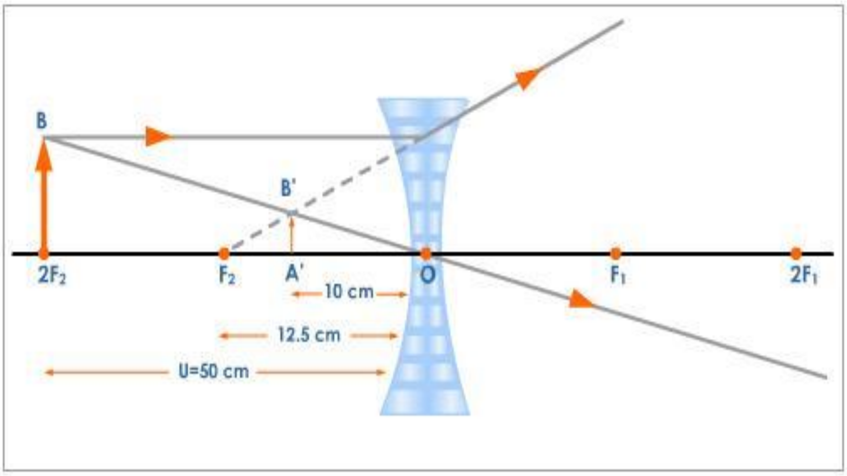
(9-2-1) تعريف العدسة الرقيقة : هي وسط شفاف محصور بين سطحين كرويين البعد بين ذروتيهما مهمل يمكن أن يعدا منطبقين على المركز الهندسي (البصري) للعدسة .

هناك نوعان من العدسات الرقيقة : عدسات مقربة أو موجبة والأخرى مبعدة أو سالبة .

يظهر الشكل (9-1) خيال جسم بواسطة عدسة محدبة (مقربة) بينما يظهر الشكل (9-2) خيال جسم بواسطة عدسة مقعرة (مبعدة) ويبين الشكل (9-3) أشكال العدسات.



الشكل (9-1) الخيال المتشكل في عدسة محدبة (مقربة)



الشكل (9-2) الخيال المتشكل في عدسة مقعرة (مبعدة)

الشكل (9-3) أشكال العدسات

(9-2-2) التكبير الخطي للعدساتالرقيقة :عندما نستخدم عدسة رقيقة الشكل (4-1) ونحركها مابين الجسم المضيء (AB) و حاجز لاستقبال الخيال المتشكل ($A'B'$) فإننا نحصل على قانون التكبير الخطي γ موجباً إذا كان الخيال أكبر من الجسم :

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} ....(1)$$

والتكبير الخطي سالبا عندما يكون الخيال أصغر من الجسم كما هي حال الخيال المتشكل في الشكل (9-1).

(9-2-3) البعد المحرقي الخيالي للعدسات العدسة الرقيقة : الشكل (4-1)

$$\frac{1}{P_1'} + \frac{1}{P_1} = \frac{1}{F_1} ....(2)$$

$OA = P_1$: بعد الجسم عن المركز البصري (O) للعدسة

$OA' = P_1'$: بعد خياله عن (O)

F_1 : بعد المحرق الخيالي للعدسة عن (O)

(9-2-4) دستور جمع العدسات:

إذا أردنا معرفة البعد لجملة عدستين لابد من معرفة البعد المحرقي لكل من العدستين المستخدمتين ، فإذا كان البعد المحرقي للعدسة الأولى (f_1) والبعد المحرقي للعدسة الثانية (f_2) فإن الدستور لجمع العدستين يكون:

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_1}$$

(9-3) الأجهزة والأدوات:

منبع ضوئي توضع أمامه رقاقات عليه شقوق–عدسات رقيقة مقربة ومقعرة - حظار – حاجز على حامل- مسطرة ميلمترية.

(9-4) طريقة العمل :

(10-4-1) حساب البعد المحرقي والتكبير الخطي للعدسة:

1- حرك العدسة بين الحاجز والجسم حتى تحصل على أوضح خيال .
2- قم بقياس طول الجسم المضيء (AB) وطول الخيال ($A'B'$)واحسب التكبير الخطي من القانون (1).
3- أوجد $OA = P_1$: بعد الجسم عن المركز البصري (O) للعدسة
4- أوجد $OA' = P_1'$: بعد خياله عن (O)
5- احسب (F_1) من القانون (2)
6- نظم نتائجك بالجدول التالي:

$AB(cm)$	$A'B'(cm)$	γ	$OA = P_1\,(cm)$	$OA' = P_1'(cm)$	$F_1\,(cm)$	رقم التجربة
						1
						2
						3
						4
						5

7- احسب الأخطاء من القانونين (2+1) بواسطة طريقة التفاضل اللوغاريتمي.

التجربة العاشرة: العناصر البصرية

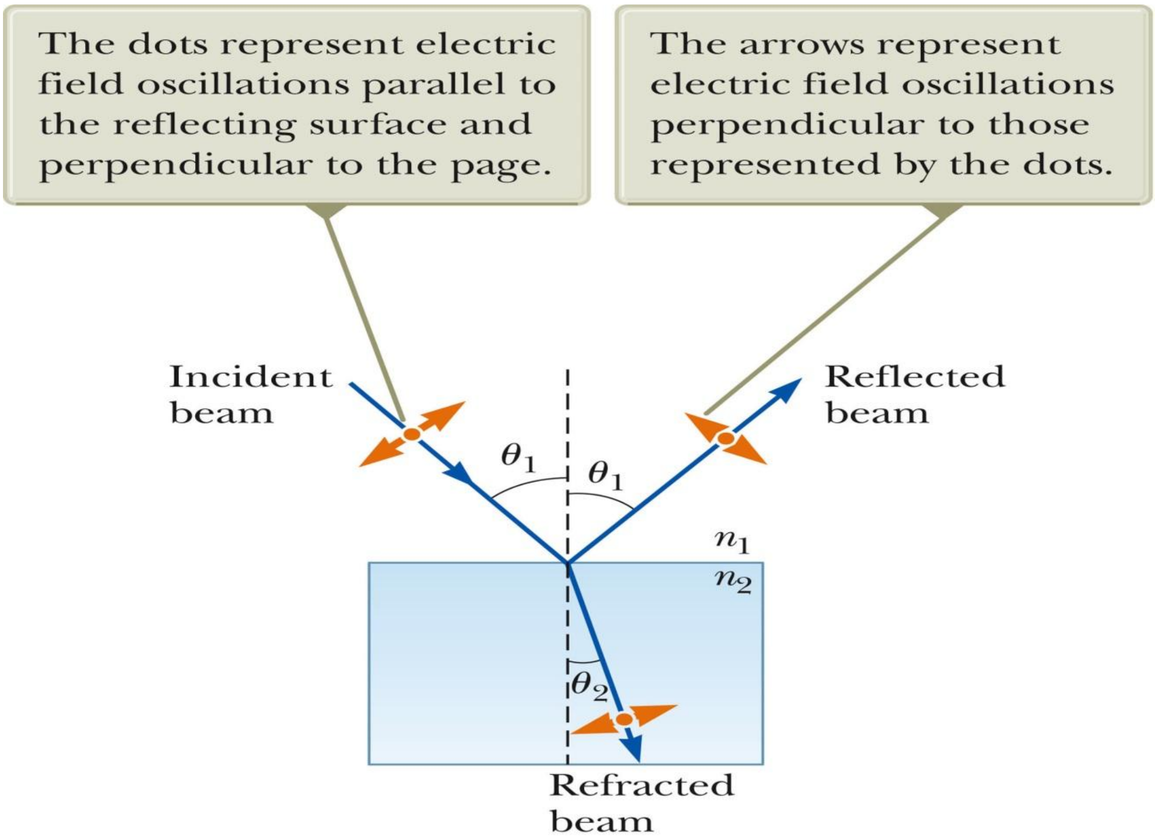
(10-1) الغاية من التجربة:

التعرف على بعض العناصر الضوئية ووظيفتها ومميزاتها والتحقق من قانوني الانعكاس والانكسار.

(10-2) التمهيد النظري:

(10-2-1) ظاهرتا الانعكاس والانكسار الشكل (10-1):

حين يسقط الضوء على سطح يفصل بين وسطين شفافين مختلفين في قرينة الانكسار ينعكس قسم منه انعكاسا مرآتياً في اتجاه معين وينفذ القسم الأخر إلى الوسط الثاني.

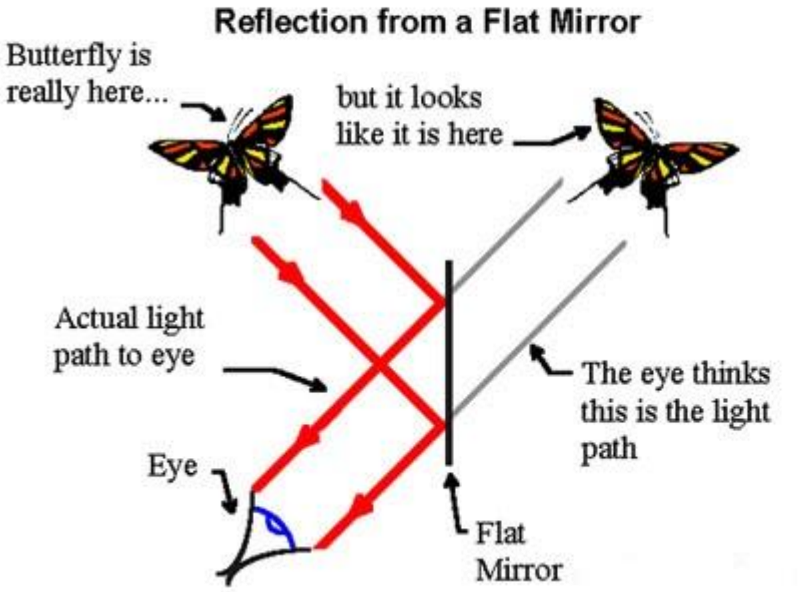


الشكل (10-1) ظاهرتا الانعكاس والانكسار

حيث يظهر الشكل الناظم على السطح والأشعة الواردة والمنعكسة والمنكسرة حيث الوسطين الشفافين هما الهواء والزجاج.

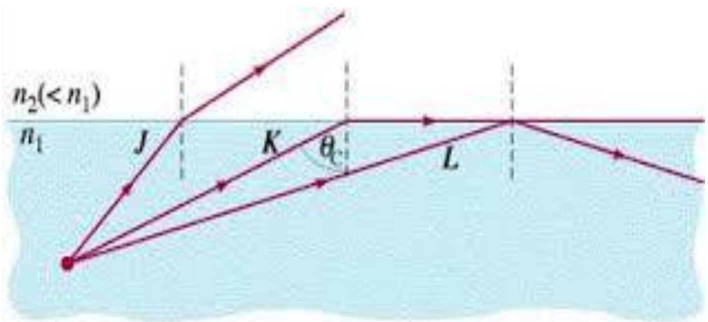
(10-2-2) الانعكاس عن المرآة المستوية:

ينعكس الضوء الصادر عن الجسم ليتشكل خيالا وهميا الشكل (10-2) خلف المرآة



الشكل (10-2) تشكل الخيال الوهمي للمرآة المستوية

(10-2-3) ظاهرةالانعكاس الكلي:



الشكل (10-3) الانعكاس الكلي

في هذه الحالة لا يبرز الضوء لدى مروره بين وسطين مختلفين في قرينة الانكسار وإنما ينعكس انعكاسا كليا داخليا الشكل (3-3) عندما ينتقل الضوء من وسط ذي قرينة انكسار n_1 إلى وسط قرينة انكساره n_2 حيث $n_1 \succ n_2$ وعندما تكون زاوية الورود θ_1 أكبر أو تساوي الزاوية الحرجة θ_c حيث $\theta_1 \geq \theta_c$ فتعطى العلاقة:

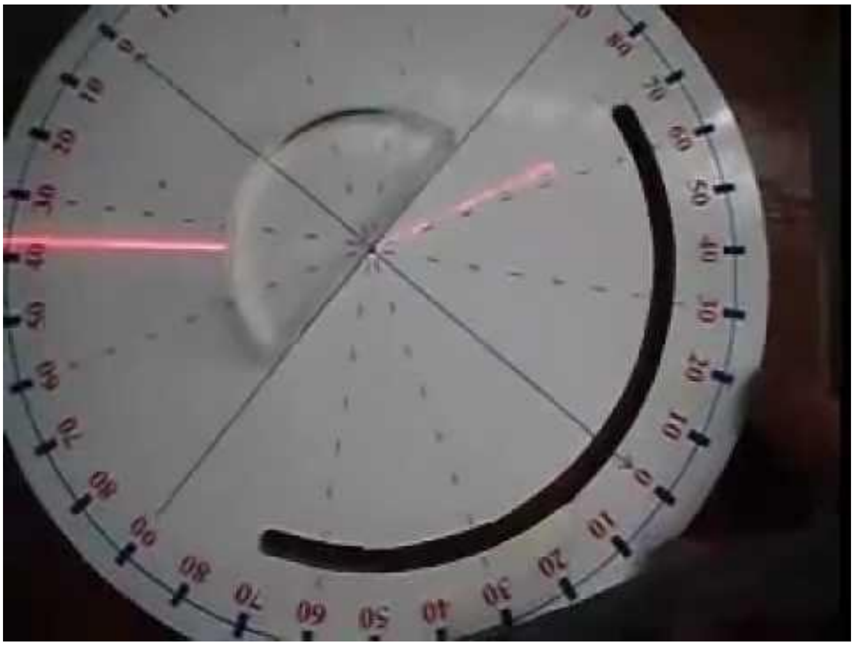
$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

(10-3) الأجهزة والأدوات:

منبع ضوئي توضع أمامه رقاقات عليه شقوق– صفيحة متوازية الوجهين – عدسة مستوية - دائرة مدرجة – عدسة محدبة – عدسة مقعرة – مرآة مستوية- ورق أبيض شفاف (ورق زبدة)- مسطرة ميلمترية.

(10-4) طريقة العمل:

1. قم بوضع الدائرة المدرجة على مكان ثابت
2. ضع ورقة زبدة شفافة على الدائرة لترسم مسار الشعاع الضوئي
3. قم باختيار واحدة من العناصر الضوئية وضعها في مركز الدائرة
4. قم بتوجيه المنبع الضوئي بحيث تشكل الشعاع الضوئي الوارد
5. قم برسم مسار الشعاع الضوئي الوارد والبارز أو المنكسر حسب الأداة المستخدمة



6. قم بملء الجدول التالي في حالة الانعكاس مثلا:

الأداة الضوئية :	
زاوية الورود	زاويةالانعكاس
75^0	
50^0	
45^0	
20^0	
15^0	

وكرر نفس الجدول حتى تنتهي من كافة العناصر الضوئية المطلوب العمل عليها