جامعة المنارة

MANARA UNIVERSITY

تجارب في الفيزياء /1/

لطلاب السنة الأولى –الهندسة المدنية

د . أيهم دلا م.علي إسماعيل أ.غادة جبور أ.ديانا قوجه

2022 – 2023 م

جـامعة المَـنارة
MANARA UNIVERSITY

الفهرس

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

التجربة الأولى:

استخدام أدوات القياس

The use of measuring tools

1– أهداف التجربة: Objects of the Experiment

التدرُّب على استخدام أدوات القياس الدقيقة للأبعاد الصغيرة مثل:

_ استخدام كلا من القدم القنوية (varnier caliper) و الدوارة اللولبية (micrometer caliper) لقياس الأبعاد الصغيرة لأجسام مختلفة.	_ Using both the varnier caliper and the micrometer caliper to measure tte small dimensions of different objects.

2–المبدأ النظري: Principles

تُستخدم المسطرة المدرجة بالميلمترات، أو أنصاف الميليمترات لقياس الأطوال مباشرة، إلا أن دقتها محدودة، ولايمكن تصغير أقسام التدريج أكثر من ذلك (أي لا يمكن زيادة دقتها) لأن:

– ثخانة خط التدريج بحدود (0,2mm).

– كما أن العين المجردة لا تستطيع قراءة أقسام أصغر من (0,1mm).

فإذا أردنا أن تكون دقة القياس أكبر من ذلك وجب الاستعانة بأدوات أخرى تمتاز بدقة عالية، كالقدم القنوية (Vernier caliper)، الدوارة اللولبية (Micrometer caliper).

أولاً – القدم القنوية

1- تعريفها:

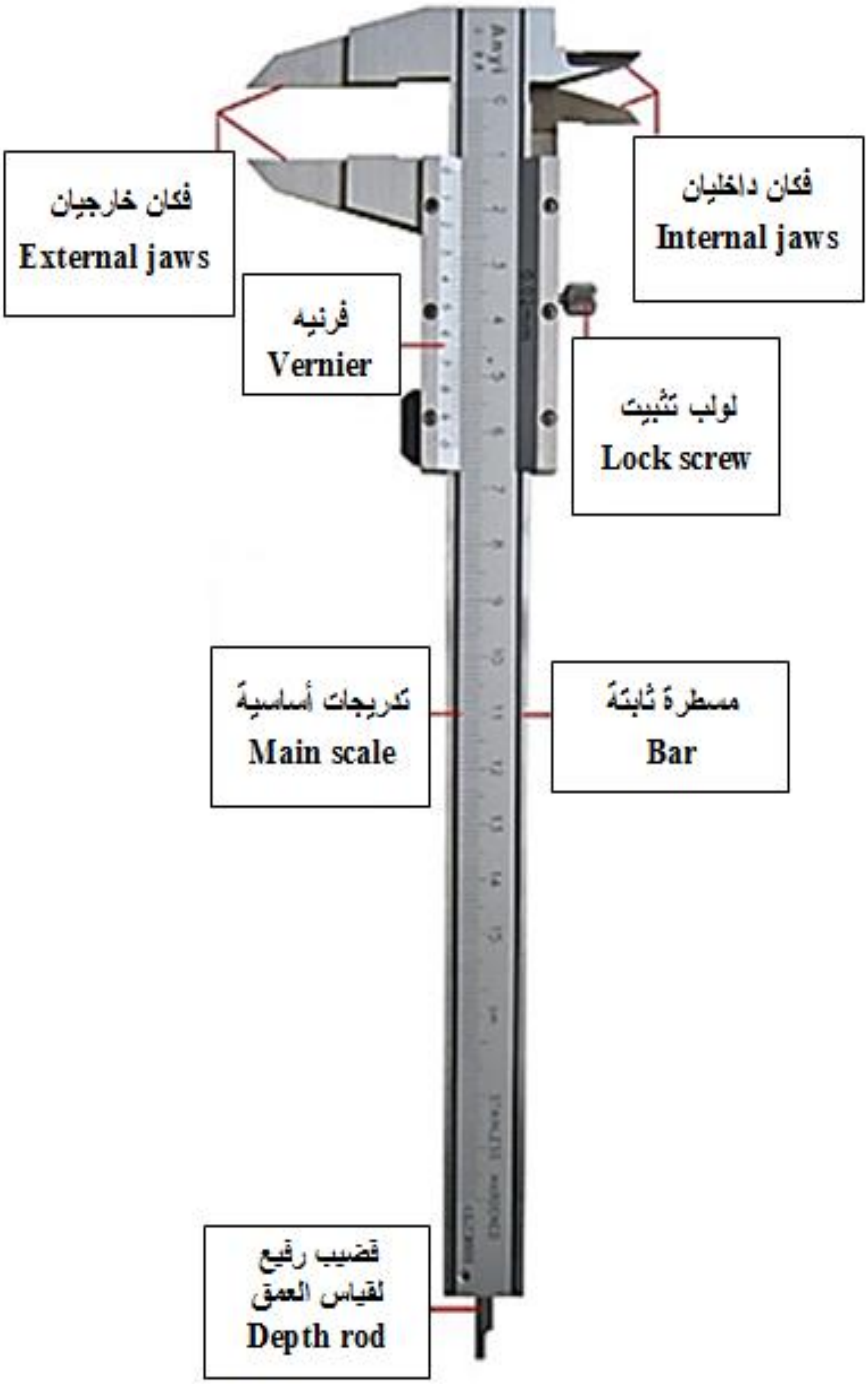
هي أداة تُستعمل للقياسات الدقيقة في الميكانيك بشكل خاص، مثل قياس أطوال وثخن الأجسام، والأقطار الداخلية والخارجية للأنابيب وأعماقها... إلخ.

2- تركيبها:

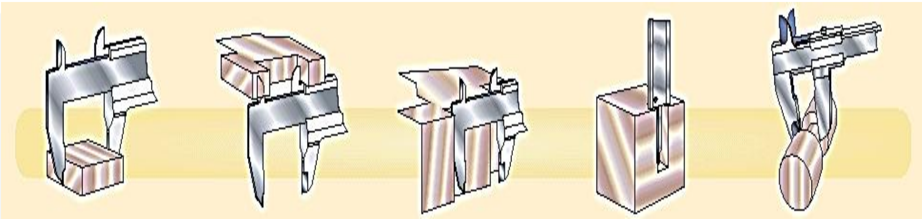
تتألف كما هو مبين في الشكل (1) من مسطرة معدنية ثابتة مدرجة بالميليمترات أو أنصاف الميليمترات.

ينتهي أحد طرفيها بمسند مؤلف من فك وسيف يقابلهما فك وسيف مثبتان على زالقة تحمل فرنيه تنزلق على المسطرة الثابتة. كما أن هذه الزالقة تحمل قضيباً رفيعاً يبرز من الطرف الثاني للمسطرة يُستخدم عند قياس الأعماق، ومُجهزة بزر لتسهيل عملية الانزلاق.

والفرنيه جزء من القدم القنوية وهي عبارة عن مسطرة إضافية مُتحركة تنزلق على المسطرة الثابتة، وتتميز عنها باختلاف تقسيماتها. يوضح الشكل (2) استخدامات مختلفة للقدم القنوية.



شكل (1): القدم القنوية وأجزاؤها.



شكل (2): استخدامات مختلفة للقدم القنوية.

3- دقتها:

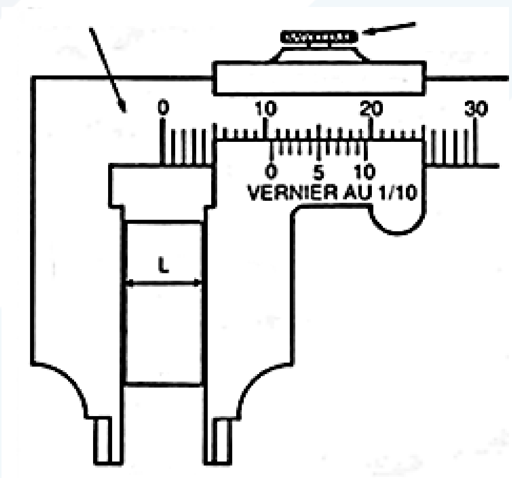
تسمح القدم القنوية بقياسات دقيقة، تتغير دقتها بحسب نموذج الفرنيه المستخدمة. ويمكن أن تكون الفرنيه مُقسّمة إلى (10) أو (20) أو (50) تدريجة، وتسمح بدقة تُقدَّر بـ:

- **الدقة (1/10):** أي أن دقة القدم القنوية تساوي (1/10mm) أو(0,1mm).
- **الدقة (1/20):** أي أن دقة القدم القنوية تساوي (1/20mm) أو (0,05mm).
- **الدقة (1/50):** أي أن دقة القدم القنوية تساوي (1/50) من المليمتر، أي (0,02mm).

وغالباً ما تكون القدم قنوية مدرجة بالميليمترات أو بالإنش، ويجب الانتباه إلى اختيار الوحدة بشكل صحيح، علماً أن $(1inch = 2{,}54cm)$.

4- طريقة استخدامها:

لقياس طول جسم ما نجعل نهايته الأولى بمحاذاة صفر المسطرة الثابتة ونزلق المسطرة المتحركة حتى يصبح صفر الفرنيه محاذياً لنهايته الأخرى، أي يجب أن يكون الجسم أو القطعة المُراد قياسها مشدودة بشكل معتدل بين السيف المتحرك والسيف الثابت للقدم. ويجب أن يكون السيفان موازيان لطرفي القطعة أو الجسم، الشكل (4).



شكل (4): قياس طول جسم L.

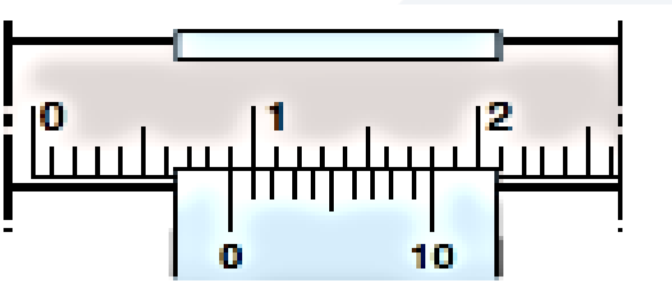
ونميّز هنا حالتين:

الحالة الأولى:

صفر الفرنيه يحاذي تماماً تدريجاً معيناً من تدريجات المسطرة الثابتة، في هذه الحالة يكون طول الجسم مساوياً للقراءة التي يُحدّدها صفر الفرنيه على المسطرة الثابتة.

مثال: (فرنيه دقتها 1/10)

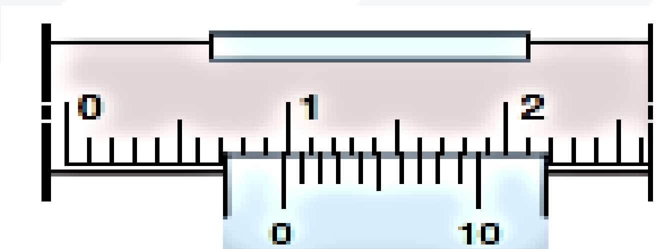
يبيّن الشكل (5) فرنيه ذات دقة (1/10) حيث نلاحظ أن صفر الفرنيه يقابل تماماً التدريج (9) على المسطرة الثابتة، أي أن طول الجسم يساوي 9 تدريجات، هذا يعني (9mm).



شكل (5): فرنيه دقتها (1/10)، طول الجسم يساوي: $(9mm)$.

الحالة الثانية:

صفر الفرنيه في وضع لا يقابل تماماً تدريجاً معيناً من تدريجات المسطرة الثابتة، أي أنه في وضع متوسط بين تدريجتين من تدريجات المسطرة الثابتة، انظرالشكل (6).



الشكل (6): فرنيه دقتها (1/10)، طول الجسم يساوي:

$$(9mm + 0,7 = 9,7mm).$$

مثال: (فرنيه دقتها 1/10)

لقراءة القيمة المقاسة في الشكل (6) نتبع الخطوات التالية:

1- نقرأ القيمة الصحيحة التامة مقدرة بالميليمتر قبل صفر الفرنيه، فهي تساوي $(9mm)$.

2- نبحث عن تدريجة من تدريجات الفرنيه محاذية تماماً لتدريجة من تدريجات المسطرة ثابتة. تُشير كل تدريجة من تدريجات الفرنيه إلى عشر الميليمتر، ومنه فإن القيمة المقروءة تساوي: $(7 \times 0{,}1mm = 0{,}7mm)$.

3- الجواب: $(9mm + 0{,}7mm = 9{,}7mm)$.

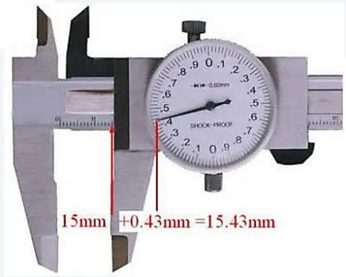
5- الطريقة المُثلى لاستخدام القدم القنوية (للقيام بقياس).

1- التأكد من عدم تشوه القدم القنوية بسبب سقوطها.
2- تنظيف القدم عند الضرورة، وخاصة داخل السيفين.
3- يجب التأكد من ملامسة السفين، أي أن صفر الفرنيه وصفر المسطرة الثابتة بمحاذاة تامة.
4- يجب ملامسة سيفي القدم للجسم أو للقطعة المراد قياسها.
5- نشدّ بشكل معتدل السيفين على القطعة أو على الجسم.
6- نثبت السيف المتحرك بوساطة لولب التثبيت.
7- نقرأ على المسطرة الثابتة: عدد الميليمترات الصحيحة التامة الموجودة على يسار صفر الفرنيه.
8- نبحث على الفرنيه عن أول تدريجة a والتي تحاذي تماماً إحدى تدريجات المسطرة الثابتة.
9- نعدّ عدد التدريجات الموجودة بين صفر الفرنيه والتدريجة التي تحاذي إحدى تدريجات المسطرة الثابتة m. ثمَّ نضرب عدد هذه التدريجات بـ دقة القياس $\frac{1}{n}$ للقدم القنوية المستخدمة.
10- وأخيراً نعوض هذه القيم في العلاقة (1) ونعطي قيمة القياس مقدرة بالميليمتر.

$$(1) L = a + m \times \frac{1}{n}$$

نُعطي في الشكل (7) بعض نماذج من القدم القنوية: قدم قنوية بقرص، وقدم قنوية رقمية.

قدم قنوية رقمية Digital



قدم قنوية ذات قرص مدرج

شكل (7): نماذج للقدم القنوية.

ثانياً – الدوارة اللولبية:

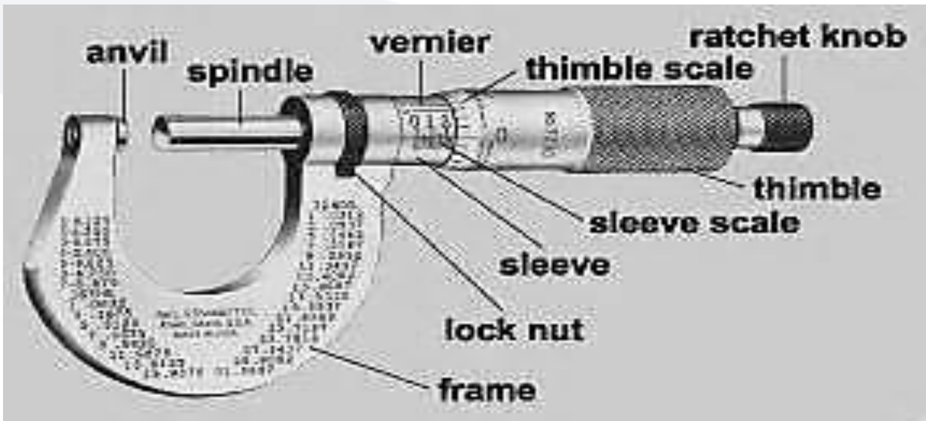
1- تعريفها:

هي أداة تُستخدم لقياس أقطار الأسلاك وهي أدق من القدم القنوية.

2- تركيبها:

تتألف كما هو مبين في الشكل (9) من قطعة معدنية على شكل حرف U في إحدى طرفيها صامولة ثابتة يدور فيها بسهولة لولب ينتهي بأنبوب معدني قصير ومن ثم بقبضة محددة من طرفها العلوي ومُقسّمة في الحالة العامة إلى n تدريجاً

متســـاوياً، وفي الطرف الآخر مســـند يقابل رأس اللولب، أي رأس محور الدوران. كما يوجد على طول الأنبوب المعدني مسطرة L مدرجة بأنصاف الميليمتر، ومن ثم فرنيه.



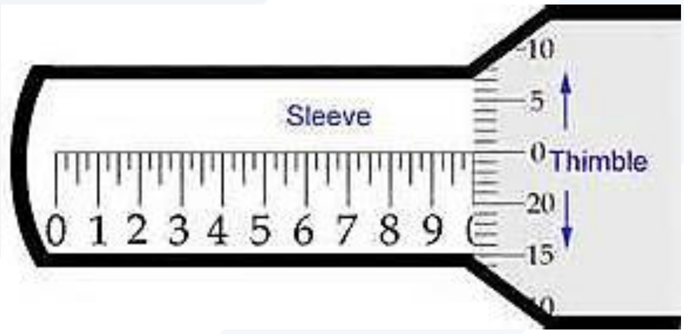
شكل (9): دوارة لولبية.

<u>سندان (مسند) - Anvile</u>، <u>محور دوران – Spindle</u>، <u>أسطوانة معدنية تحتوى محور – Sleeve</u>، <u>فرنيه – Vernier</u>

<u>أسطوانة معدنية تحتوى محور مدرج – Sleeve scale</u> ، <u>أنبوب معدني قصير – Thimble</u>، <u>أنبوب معدني قصير مدرج – Thimble</u>

<u>scale</u>، <u>مسكة (قبضة) – Ratchet knob</u>، <u>قاعدة – Frame</u>، <u>عزقة تثبيت – Lock nut</u>.

<u>ملاحظة هامة:</u> إذا دار اللولب دورة كاملة انتقلت حالة الأسـطوانة (Thimble) المحددة باتجاه تدريجات المسـطرة <u>مسـافة تسـاوي عادة نصـف ميليمتر</u> (0,5mm) بحيث تعادل كل تدريجة من تدريجات الأسـطوانة (1/n) من أصـغر تدريجة على المسطرة الثابتة (Sleeve)، الشكل (10).



شكل (10): يوضح تدريجات الأسطوانة وتدريجات المسطرة.

إذا قُسّـمت الأسـطوانة (Thimble) إلى 50 تدريجاً $(n_1 = 50)$ وكانت كل دورة من دوراتها تعادل نصـف ميليمتر (0,5mm) على المسطرة الثابتة (Sleeve) فإن دقة القياس تساوي:

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{n_1} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{50} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{100} mm$$

وهكذا لقياس ثخن جسم ما، يُجعل هذا الجسم بين طرفي المسند (anvil) ومحور الدوران (Spindle)، وتُدّور الأسـطوانة (Thimble) حتى يلامس رأس المحور رأس المسند بضغط كافٍ لتجنب ضغط الجسم أو عطب الدوارة اللولبية.

وعندما يتم حصر الجسم بين المسند والمحور يُقرأ التدريج المكشوف من المسطرة الثابتة (Sleeve) وليكن مثلاً (خمس تدريجات $a = 5$ من أصغر تدريجة على المسطرة)، ثم يُقرأ تدريج حافة الأسطوانة (Thimble) المحاذي تماماً لامتداد خط المسطرة (Sleeve) ولنفرض أن المحاذاة كانت محققة عند التدريج $m = 25$.

فإذا كانت الأسطوانة مقسمة إلى 50 تدريجة $(n_1 = 50)$ وكانت كل دورة من دوراتها تعادل نصف ميليمتر (0,5mm) على المسطرة الثابتة، الأشكال (11) و (12) ، فعندئذٍ يمكن حساب ثخن الجسم من العلاقة التالية:

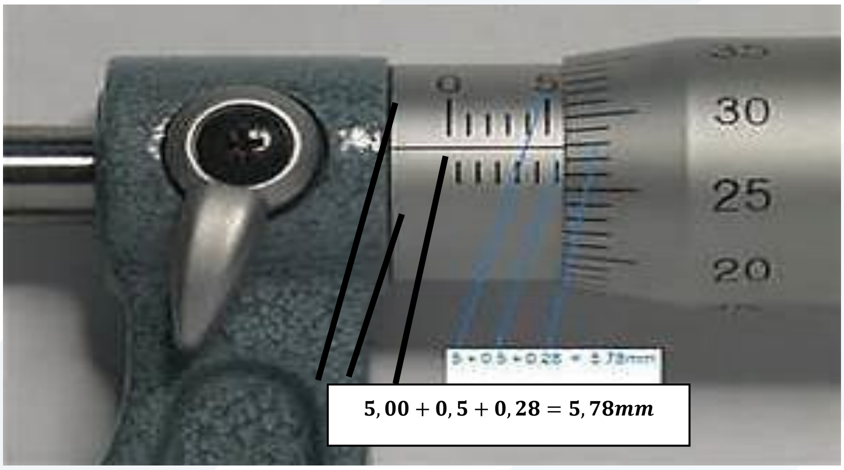
$$L = a + m \times \frac{1}{n}$$

حيث أن:

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{n_1} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{50} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{100} mm$$

ومنه نجد:

$$L = a + 25 \times \frac{1}{100} = 5 + 0{,}25 = 5{,}25mm$$



شكل (12): يُوضح القيمة المقاسة بوساطة الدوارة اللولبية:

$$\mathbf{5,00 + 0,5 + 0,28 = 5,78}\boldsymbol{mm}$$

3 – الأجهزة والأدوات: Apparatus

(1) قدم قنوية. (2) دوارة لولبية. (3) أسطوانة معدنية مفرغة، أسطوانة خشبية. (4) سلكين ذات أقطار مختلفة. (5) كرة صغيرة.	(1) Precision caliper gauge. (2) Precision micrometer screw guage. (3) Wood cylinder. (4) Two thin wires. (5) Small ball.

ملاحظة:

إذا كانت نتيجة الحسابات تُشير إلى أن للخطأ المطلق قيمة أصغر من نصف أصغر تدريج يمكن قراءته بوساطة القدم القنوية، عندئذ يجب: استبدال قيمة الخطأ المطلق بقيمة نصف أصغر تدريج يمكن قراءته.

ففي حالة قدم قنوية تُعطي دقة في القياس حتى [(1/10)mm] يكون نصف أصغر تدريج [(1/20)mm] أو (0,05mm).

خطوات العمل Carrying out the experiment.

أولاً – القدم القنوية:

1- تأكد قبل إجراء القياس أن صفر الفرنيه ينطبق على صفر المسطرة عندما يكون فكا القدم متماسين تماماً. فإذا لم يكن الأمر كذلك يجب اعتبار الفارق خطأً نظامياً يضاف أو يُطرح من جميع القياسات المسجلة وذلك بحسب الحالة.

2- قس القطر الخارجي للأسطوانة الخشبية $2r$ مرتين، في مواضع عدّة، ثم عين نصف قطرها r في كل مرة، بأتباع الخطوات التالية:

a) لامس سيفي القدم القنوية على الأسطوانة الخشبية.

b) شدّ بشكل معتدل السيفين على الأسطوانة.

c) ثبت السيف المتحرك بوساطة لولب التثبيت.

d) اقرأ على المسطرة الثابتة: عدد الميليمترات الصحيحة التامة الموجودة على يسار صفر الفرنيه، ويرمز لها بـ a.

e) أبحث على الفرنيه عن أول تدريجة والتي تحاذي تماماً إحدى تدريجات المسطرة.

f) عدّ عدد التدريجات الموجودة بين صفر الفرنيه والتدريجة التي تحاذي إحدى تدريجات المسطرة الثابتة ويرمز لها بـــ m. ثمَّ نضرب عدد هذه التدريجات أي m بـــ $(\frac{1}{n} = \frac{1}{20} = 0.05mm)$، فهذا يعطينا الجزء من الميليمتر.

3- عوض قيمة المقادير السابقة في العلاقة $X = a + m\frac{1}{n}$ حيث $L = 2r$، سجل قيمة القياس مقدرة بالميليمتر.

4- أحسب الأخطاء المرتكبة في حساب نصف القطر الأسطوانة r، بطريقة المتوسط الحسابي، ثم رتب نتائج جميع القياسات في الجدول المرفق.

5- أحسب مساحة قاعدة الأسطوانة $S = \pi\bar{r}^2$.

6- قس أرتفاع الأسطوانة الخشبية h، ثم أحسب حجم الأسطوانة $V = S.h$.

7- أحسب الأخطاء المرتكبة في عملية قياس الحجم بالطريقة اللوغاريتمية.

ثانياً: الدوارة اللولبية:

1- قس القطر الخارجي $2r$ للكرة المعدنية، ثم عين نصف قطرها r.

2- أحسب حجم الكرة المعدنية $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.

3- أحسب الأخطاء المرتكبة في عملية قياس حجم الكرة بالطريقة اللوغاريتمية.

تنفيذ التجربة وآلية كتابة النتائج

أولاً – القدم القنوية:

1- حساب القطر الخارجي للأسطوانة الخشبية 2r مرتين ، ومن ثم تعيين نصف القطر r في كل مرة:

2- حساب الأخطاء المرتكبة في عملية قياس نصف القطر r بطريقة المتوسط الحسابي:

a) يجب أولا حساب $\bar{r}$ أي المتوسط الحسابي لقيمة r.

$$\bar{r} = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

b) حساب الخطأ المطلق المرتكب في عمليه القياس باستخدام العلاقة $\Delta r = |\bar{r} - r|$.

الخطأ المطلق المرتكب في أول عمليه قياس Δr_1.

$$\Delta r_1 = |\bar{r} - r_1|$$

و الخطأ المطلق المرتكب في ثاني عمليه قياس Δr_2.

$$\Delta r_2 = |\bar{r} - r_2|$$

c) حساب المتوسط الحسابي للخطأ المطلق $\overline{\Delta r}$ المرتكب في عملية قياس نصف القطر.

$$\overline{\Delta r} = \frac{\Delta r_1 + \Delta r_2}{2}$$

d) حساب الخطأ النسبي $\frac{\overline{\Delta r}}{\bar{r}}$ المرتكب في عمليه القياس.

$$\frac{\overline{\Delta r}}{\bar{r}}$$

e) حساب الخطا النسبي المئوي $\frac{\overline{\Delta r}}{\bar{r}}\%$.

$$\frac{\overline{\Delta r}}{\bar{r}}\% = \frac{\overline{\Delta r}}{\bar{r}} \times 100\,\%$$

f) القيمة الحقيقية تحسب كما يلي:

$$\text{القيمة الحقيقية} = (\bar{r} \pm \overline{\Delta r})mm$$

رتب النتائج في الجدول التالي:

$r(mm)$	$\bar{r}(mm)$	$\Delta r(mm) = \lvert\bar{r} - r\rvert$	$\Delta\bar{r}(mm)$
r_1	$\bar{r} = \frac{r_1 + r_2}{2}$	$\Delta r_1 = \lvert\bar{r} - r_1\rvert$	$\overline{\Delta r} = \frac{\Delta r_1 + \Delta r_2}{2}$
r_2		$\Delta r_2 = \lvert\bar{r} - r_2\rvert$	

$\frac{\Delta\bar{r}}{\bar{r}}$	$\frac{\Delta\bar{r}}{\bar{r}}\% = \frac{\Delta\bar{r}}{\bar{r}} \times 100$
$\text{القيمة الحقيقية} = (\bar{r} \pm \Delta\bar{r})mm$	

4- مساحة قاعدة الأسطوانة $\boldsymbol{S = \pi\bar{r}^2}$.

5- حساب ارتفاع الأسطوانة الخشبية $\boldsymbol{h}$.

6- حساب حجم الأسطوانة $\boldsymbol{V = S.h}$.

حساب الأخطاء المرتكبة في حساب الحجم V بالطريقة اللوغاريتمية:

a) يجب أولا كتابة العلاقة المستخدمة:

$$.V = S.h = \pi r^2.h$$

b) نأخذ اللوغاريتم العشري لطرفي العلاقة:

$$\log gV = \log g(\pi r^2.h)$$

c) نطبق خواص اللوغاريتم:

$$\log gV = \log g(\pi) + log r^2) + \log(h)$$
$$\log gV = \log g(\pi) + 2\log(r) + \log(h)$$

d) نفاضل طرفي العلاقة:

$$\frac{dV}{V} = \frac{d\pi}{\pi} + 2\frac{dr}{r} + \frac{dh}{h}$$

ولكن تفاضل مقدار ثابت معدوم، أي $\frac{d\pi}{\pi} = 0$.

e) عندما ننتقل من التفاضل d إلى التغير Δ. نحول جميع إشارات (-) إلى (+) إن وجددت.

$$\frac{\Delta V}{V} = 2\frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta h}{h}$$

$$\Delta \mathrm{h} = 0.025\mathrm{mm}$$

$\frac{\Delta V}{V} =$ تمثل هذه القيمة الخطأ النسبي المرتكب في عملية قياس الحجم.

f) أما الخطأ النسبي المئوي فيحسب كمايلي:

$\frac{\Delta V}{V}\%$ أما الخطأ المطلق فيحسب كمايلي:

g) القيمة الحقيقية:

القيمة الحقيقية $= (V \pm \Delta V)mm^3$

ثانياً: الدوارة اللولبية:

1– قياس قطر الكرة $2r$ ومن ثم تحديد نصف قطر الكرة r.

2– حساب مساحة الكرة.

3– حساب حجم الكرة.

4– حساب الأخطاء المرتكبة في قياس حجم الكرة بالطريقة اللوغاريتمية.

التجربة الثانية.

انعكاس الضوء على المرايا المستوية والمنحنية

Study of Reflection of Light at Straight and curved mirrors

1– أهداف التجربة: Objects of the Experiment

• التحقق من صحة قانون الانعكاس على المرآة المستوية. • تحديد البعد المحرقي لمرآة مقعرة. • التحقق من قانوني انكسار الضوء, و قياس قرينة انكسار الزجاج	• Validation of the law of reflection at a planar mirror. • Determination of the focal length of a concave mirror. • Verifing laws of light refraction, and measuring the refraction index of the glass.

2- المبدأ النظري (مفاهيم أساسية): Principles

وفق مفاهيم الضوء الهندسي فإن الأشعة الضوئية تنتشر في الأوساط المتجانسة وفق خطوط مستقيمة مستقلة عن بعضها بعضاً.

إن إنتشار أو مسير الشعاع الضوئي قبل وبعد الانعكاس على سطح مصقول يوصف بزاوية الورود α (الزاوية بين الشعاع الوارد والناظم على السطح في نقطة الورود) وزاوية الانعكاس β (الزاوية بين الشعاع المنعكس والناظم على السطح في نقطة الورود أو الانعكاس).

عند سطح المرآة ينعكس دائماً الشعاع الضوئي ونقول إن زاوية الورود تساوي زاوية الانعكاس:

$$\alpha = \beta \tag{1}$$

(Angle of Incidence): α

(Angle of reflection): β

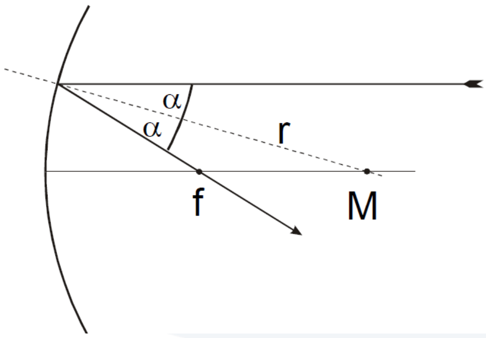
إن مسير الشعاع الضوئي المنعكس عن المرآة يكون شعاع عكسي (الشعاع الضوئي المنعكس هو شعاع معكوس).

بحسب قانون الانعكاس، أي وفق المعادلة رقم (1)، فإن المرايا المقعرة والجوفاء هي عناصر ضوئية بسيطة مشكلة من جزء من دائرة بخصائص أو بغاية تشكيل الصور (الخيال).

بعد انعكاس الأشعة الضوئية تجمع المرآة المقعرة الأشعة المتوازية باتجاه المحور الرئيسي. إن نقطة تقاطع الأشعة المنعكسة مع المحور الرئيسي، كما هو موضح في الشكل (1)، تُعطى بالعلاقة:

$$f = +\frac{r}{2} \tag{2}$$

حيث f البعد المحرقي (focal length) و r نصف قطر التقعر (radius of curvature).



الشكل (1): انعكاس الأشعة على مرآة مقعرة: r نصف قطر التقعر، M مركز التقعر، f البعد المحرقي (المحرق).

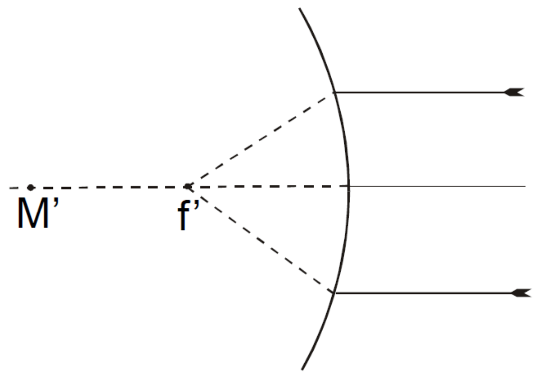
Figure (1): Reflection at a concave mirror, r radius of curvature, M center of curvature, f focal length.

إن الأشـعة غير القريبة من المحور الرئيسـي لن تجمع إلى المحرق (لا تمر في المحرق)، وإنما سـتكون صـورة منتشـرة. وهذه الأشـعة سـتتقاطع بنقطة أخرى تقع بين المحرق f والسـطح وتسـمى (إنحرافات كروية). يمكن تلافي هذه الظاهرة بجعل سطح المرايا على شكل قطع مكافئ.

من أجل عدسة محدبة، فإن الشروط الهندسية السابقة هي نفسها، لكن نقطة تقاطع الأشعة ليست في جهة المرآة. إن الأشعة التي تكون موازية للمحور الرئيسي تتباعد وتظهر وكأنها تأتي من محرق وهمي يبعد عن طرف المرآة مسافة تساوي البعد المحرقي للعدسة لكن بإشارة سالبة:

$$f' = -\frac{r}{2} \tag{3}$$

ويمكن إيجاد هذا المحرق (أو نقطة التمحرق) برسم الأشعة المنعكسة نحو الوراء (أو للخلف)، كما هو موضح في الشكل (2).



الشكل (2): انعكاس الأشعة على مرآة محدبة: r نصف قطر الانحناء، f' البعد المحرقي الظاهري، $M' = 2f$ مركز التقعر.

Figure (1): Reflection at a convex mirror, r radius of curvature, f' virtual focal length $M' = 2f$ center of curvature.

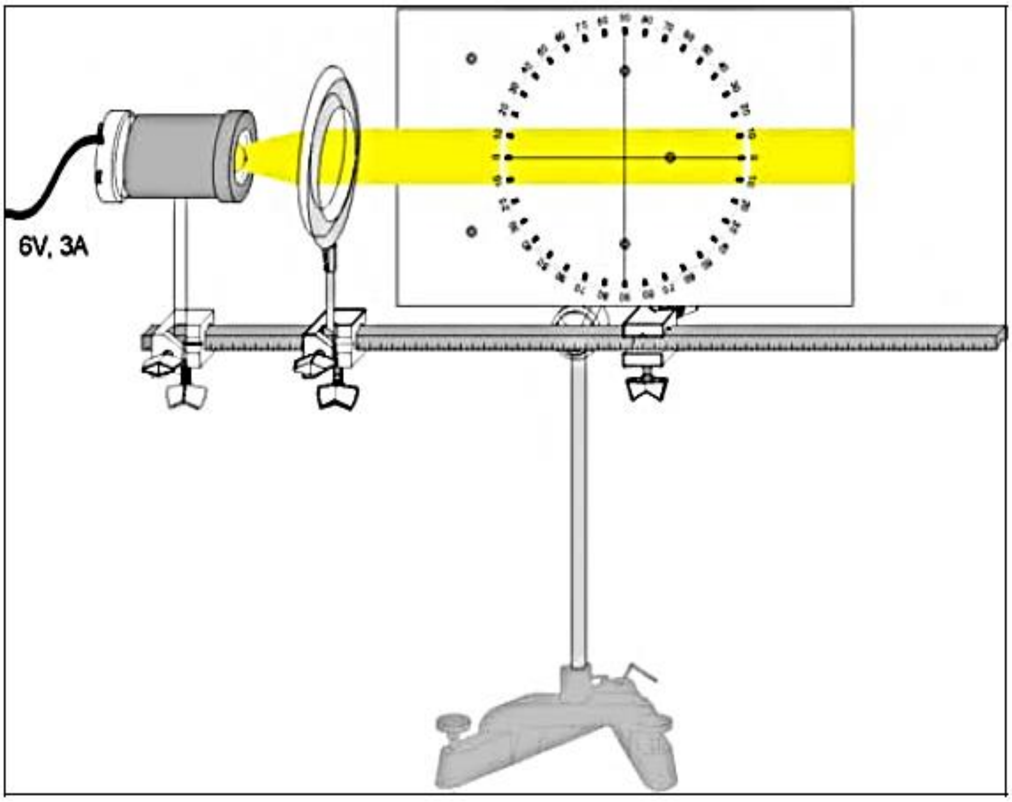
3- الإعدادات: Setup

إن مسار الشعاع الضوئي قبل وبعد الإنعكاس يمكن أن يُدرس باستخدام الضوء المرئي باستخدام قرص ضوئي ذو خلفية بيضاء، حيث يمكن تثبيت مختلف أنواع المرايا على هذا القرص الضوئي.

يتم إعداد المنبع الضـوئي بوجود عدسـة مجمعة ببعد محرقي (بدون وجود حاجز أو صـفيحة بخمسـة شـقوق) وقرص مركب على قاعدة ضوئية كما هو موضح في الشكل (3).

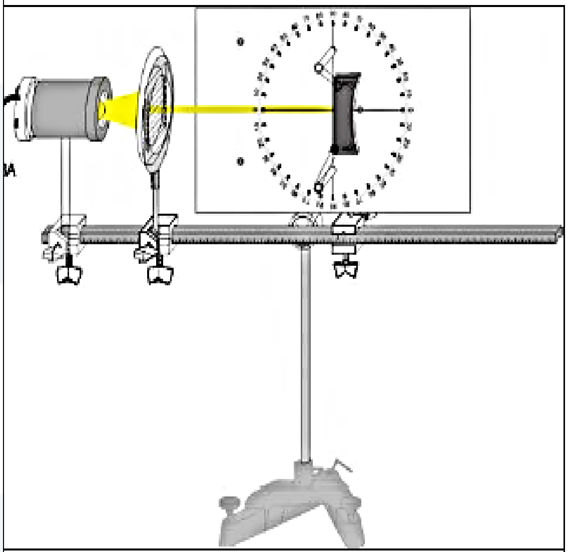
نُشغل إضاءة المنبع الضوئي (6V) لمعايرة الإضاءة على القرص الضوئي بشكل أفقي.

نقوم بمعايرة المسافة بين المنبع الضوئي والعدسات لتصبح الأشعة متوازية على القرص الضوئي، وذلك لتساعدنا على اختيار المسافة بين القرص الضوئي والعدسة حيث بالإمكان تدوير القرص الضوئي كما هو موضح في الشكل (5).



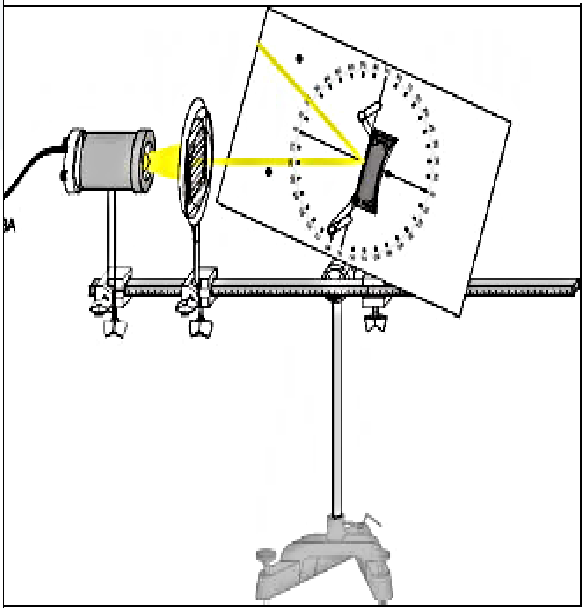
الشكل (3): إعداد تجربة انعكاس الشعاع الضوئي لمرآة على قرص ضوئي.

Experimental setup to examine the reflection of light rays at mirrors with the optical disk.



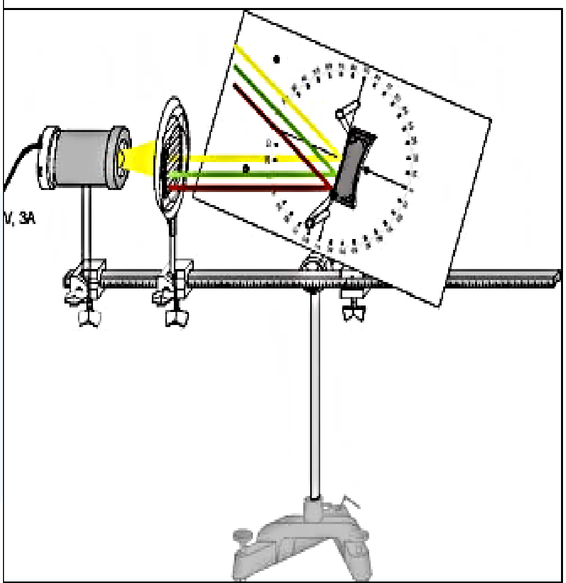
الشكل (4): إعداد التجربة من أجل معايرة الأشعة المنعكسة لشعاع ضوئي على سطح مرآة للحالة أوللوضع $\alpha = \beta = 0$

Experimental setup to examine the reflection of a light rays at a plane mirrors for $\alpha = \beta = 0$



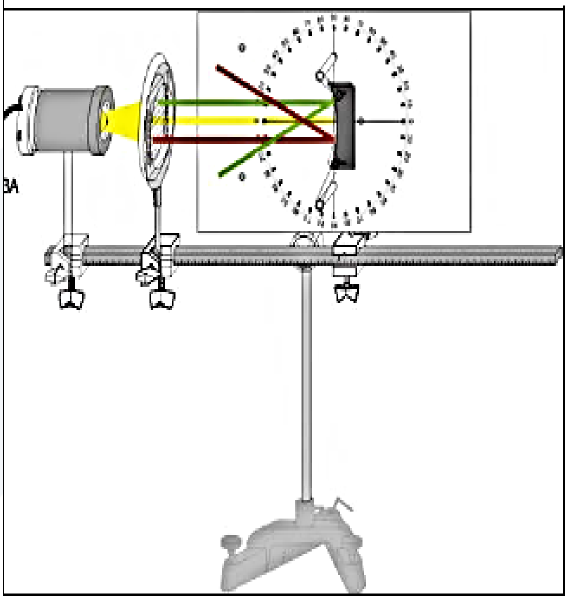
الشكل (5): إعداد التجربة من أجل التحقق من انعكاس الشعاع الضوئي على سطح مرآة للحالة أوللوضع $\alpha \neq \beta$

Experimental setup to examine the reflection of a light rays at a plane mirrors for $\alpha \neq \beta$



الشكل (6): إعداد التجربة من أجل التحقق من انعكاس لأشعة ضوئية مختلفة على سطح مرآة للحالة أوللوضع $\alpha \neq \beta$

Experimental setup to examine the reflection of several light rays at a plane mirrors for $\alpha \neq \beta$



الشكل (7): إعداد التجربة من أجل انعكاس ثلاث أشعة ضوئية على سطح مرآة مقعرة.

Experimental setup to examine the reflection of three light rays at a concave mirror.

للتمثيل السهل لزوايا ورود مختلفة، ارخي الحامل المثبت على القرص الضوئي، وهكذا بالإمكان تمثيل مختلف زوايا الورود بتدوير القرص الضوئي.

نفس الشروط الهندسية من أحل المرآة المقعرة. على كل حال، نقطة التقاطع لن تكون أمام المرآة. الأشعة الموازية للمحور تتباعد بعد الانعكاس وتبدو أنها تأتي من نقطة محور افتراضية التي لها محرق يساوي البعد المحرقي السلبي كما هو معطى بالعلاقة رقم (3).

يمكن تعيين البعد المحرقي من خلال تمديد الأشعة المنعكسة إلى الوراء، كما هو موضح في الشكل (2).

3 – الأجهزة والأدوات: Equipment

1 Optical disc with accessories.	1 قرص ضوئي مع ملحقاته.
1 Lamp housing with cable.	1 بيت لحماية المصباح مع كابل.
1 Incandescent lamp 6V/30 W.	1 مصباح 6V/30 W.
1 Transformer 6V/12V.	1 محول 6V/12V.
1 Small optical bench.	1 مقعد ضوئي صغير.
1 Diaphragm with 5 slits.	1 صفيحة أو حاجز بخمسة شقوق.
1 Lens in frame f= + 150 mm.	1 عدسة بعدها المحرقي (+150 مم).
1 Stand base, V-shape, 28 cm.	1 قاعدة حاملة على شكل حرف V ارتفاعها 28 سم.
4 Leybold multiclamps.	4 مقابض تثبيت ليبولد.
1 Stand rod, 25 cm.	1 قضيب حامل طوله 25 سم.

4- خطوات العمل، وتنفيذ التجربة: Carrying out the experiment

أولاً – الانعكاس عن مرآة مستوية: Reflection of light at a plane mirror

1- أسقط شعاع ضوئي منطبق تماماً على المحور الضوئي للمرآة، كما هو في الشكل (4).

2- سجل قيمة زاوية الورود وزاوية الانعكاس، ماذا تستنتج؟

3- حرك الدائرة الموجودة عليها المرآة وراقب تغير الزوايا، وخذ عدة قيم لزوايا الورود والانعكاس، كما هو موضح في الشكل (5). ضع قيم الزوايا في الجدول المرفق، ماذا تستنتج؟

α	زاوية الورود بالدرجة				
β	زاوية الانعكاس بالدرجة				

ثانياً – الانعكاس عن مرآة مقعرة: Reflection of light at a concave mirror

1- أسقط ثلاث أشعة ضوئية على المرآة المقعرة، كما هو موضح في الشكل (7)، ماذا تلاحظ؟ ناقش واحسب كل من البعد المحرقي (أو المحرق)، ونصف قطر التقعر، باستخدام العلاقة المناسبة.

ثالثاً- تحديد نوع العدسة (مبعدة أو مقربة)

ضع العدسة محدبة الوجهين ثم أسقط الأشعة الضوئية على العدسة

بعد إزالة العدسة المحدبة الوجهين, ضع العدسة المقعرة الوجهين وأسقط الأشعة الضوئية عليها.

ماذا تلاحظ؟

رابعاً- ضع في الحامل نصف الدائرة الزجاجية كما هو موضح في الشكل (8):

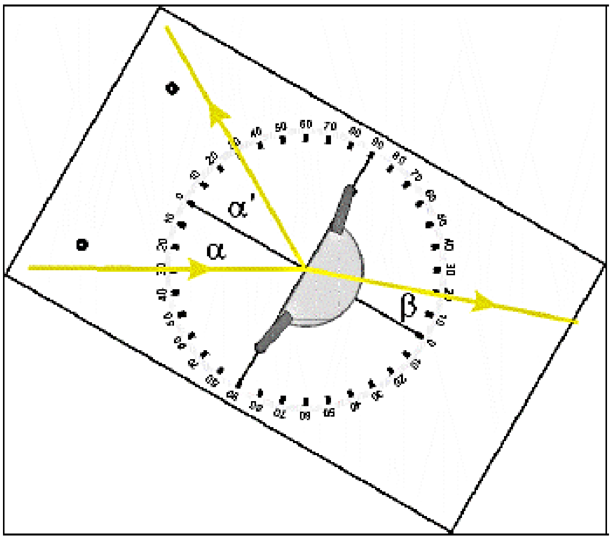


Fig. 1: Schematic representation of refraction and reflection of a light beam at a object with a plane surface (see equation (I)).

الشكل (8): يمثل الانعكاس والانكسار لحزمة ضوئية واردة على سطح مستوي.

Schematic representation of refraction and reflection of a light beam at a object with a plane surface.

1- أسقط شعاع ضوئي منطبق تماماً على المحور الضوئي للوسط الشفاف، لاحظ مسار الشعاع الضوئي, وسجل عندئذٍ قيمة كل من زاوية الورد α، زاوية الأنعكاس α'، وزاوية الأنكسار β، ماذا تستنتج؟

2- حرك الدائرة الموجودة عليها المرآة وراقب تغير الزوايا، أسقط شعاع ضوئي بزوايا ورود مختلفة كما هو مبين في الجدول، وسجل في كل مرة قيمة، زاوية الأنعكاس، والأنكسار للشعاع الضوئي في الجدول.

3- أحسب قرينة انكسار الوسط الشفاف n_2، باستخدام العلاقة:

$$\frac{sin\alpha}{sin\beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21} \qquad (4)$$

حيث أن:

α : زاوية ورود الشعاع الضوئي على سطح الوسط الشفاف.

β : زاوية الانكسار داخل الوسط الشفاف.

α' : زاوية الانعكاس.

n_1: قرينة الأنكسار المطلقة للوسط الأول الهواء وتساوي الواحد.

n_2: قرينة الأنكسار المطلقة للوسط الثاني أي الوسط الشفاف.

n_{21} : قرينة الأنكسار النسبية، والتي تمثل قرينة أنكسار الوسط الثاني (وسط الأنكسار) بالنسبة إلى قرينة أنكسار الوسط الأول (وسط الورود).

α°	α'°	β°	$sin\alpha$	$sin\beta$	$n = n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{sin\alpha}{sin\beta}$	$\bar{n}$
30						
40						
50						
60						
70						

4- أحسب الأخطاء المرتكبة في قياس قرينة الأنكسار n بطريقة المتوسط الحسابي.

5- ارسم المنحني البياني الذي يعبر عن تغيرات $sin\alpha = f(sin\beta)$، أحسب ميل هذا الخط البياني، ماذا تستنتج؟

6- ارسم المنحني البياني الذي يعبر عن تغيرات $\alpha = f(\beta)$، ثم حدد على المنحني البياني زاوية الأنكسار β_c المقابلة لزاوية ورود 90°، ماذا تسمى β_c ؟

7- استنتج قيمة الزاوية الحرجة β_c من العلاقة (4)، ماذا تلاحظ؟

8- عرف قرينة الانكسار المطلقة، ثم عرف قرينة الانكسار النسبية، عبِّر عنها بالعلاقات الرياضية المناسبة.

9- بين فيما إذا كان الشعاع الضوئي المنكسر في الوسط الشفاف يقترب من الناظم أم يبتعد ولماذا؟

التجربة الثالثة.

جمع وتحليل القوى

Compositionand decomposition of forces

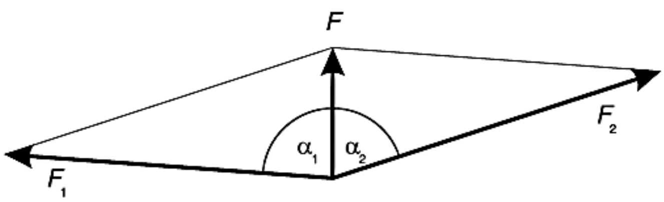
1- أهداف التجربة:Objects of the Experiment

- جمع قوتين $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$غير متوازيتين مُطبقتين في نقطة بقوة وحيدة $\vec{F}$. - تحليل قوة $\vec{F}$ إلى قوتين $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$ غير متوازيتين مُطبقتين في نقطة. - تحديد قيمة القوى الجزئية بتابعية اتجاهها.	-Composition of two non-parallel forces $\overrightarrow{F_1}$ and $\overrightarrow{F_2}$ acting on a point to form a force $\vec{F}$. -Resolution of a force $\vec{F}$ acting on a point into two non-parallel forces $\overrightarrow{F_1}$and $\overrightarrow{F_2}$. -Determining the absolute values of the component forces as a function of their directions.

2- مفاهيم أساسية: Principles

يمكن اســتناداً للوحة مغناطيســية البرهان على أن القوة هي مقدار شــعاعي. نُحدد نقطة تأثير كل قوة على اللوحة المغناطيسية، ومن ثمَّ نقيس قيمة كل قوة بشكل منعزل والزوايا المُشكلة بينها.

أثناء التجربة، القوة العمودية $\vec{F}$، المُعطاة (المعلومة) تُحلل إلى قوتين $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$ بوســاطة خيطين مربوطين بدينامومتر يُشــكلان زاويتين α_1 و α_2 مع الشــاقول. إن قيمتي القوتين F_1 و F_2 الجزئيتين تُحددان بتابعية الزاويتين α_1 و α_2، الشكل (1).



شكل (1): جمع وتحليل قوتين.

من أجل إيضاح الجمع الشعاعي لقوتين:

$$\overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2} = \vec{F} \tag{1}$$

والتحليل الشعاعي لقوتين:

$$\vec{F} = \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2} \tag{2}$$

نلجأ إلى رسم متوازي الأضلاع المُشكل من القوتين، والذي يُعتبر الأساس في جمع الأشعة، ومن ثمَّ نقوم بالتحقق من صحة العلاقة (3)، من أجل المركبة الشعاعية العمودية

$$F = F_1 . cos\alpha_1 + F_2 . cos\alpha_2 \qquad (3)$$

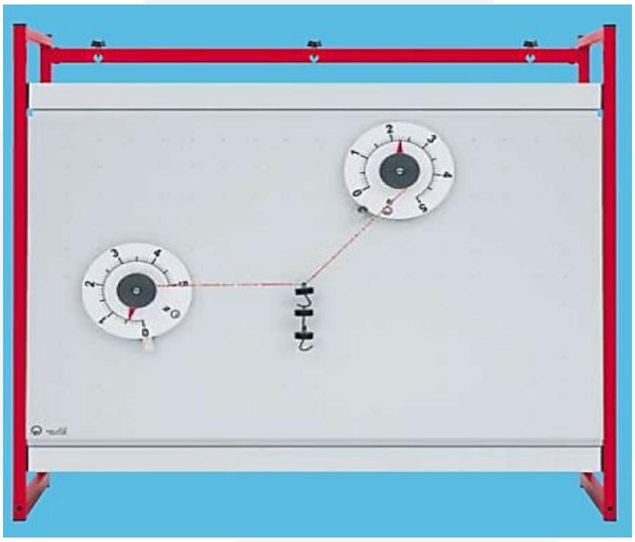
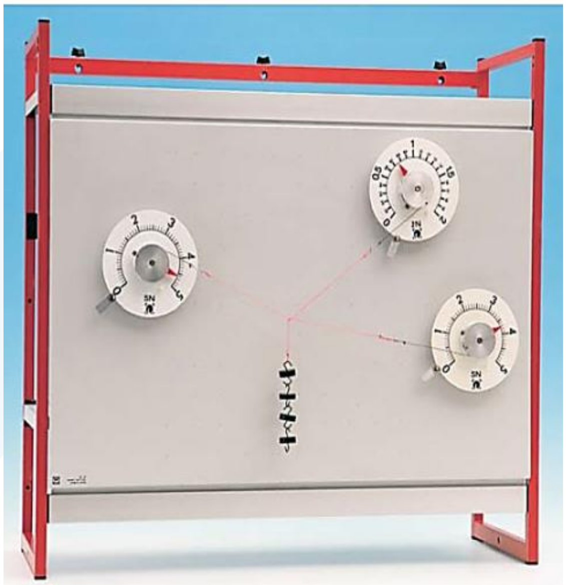
ومن العلاقة (4)، من أجل المركبة الأفقية.

$$0 = F_1 . sin\alpha_1 + F_2 . sin\alpha_2 \qquad (4)$$

3- الأجهزة والأدوات

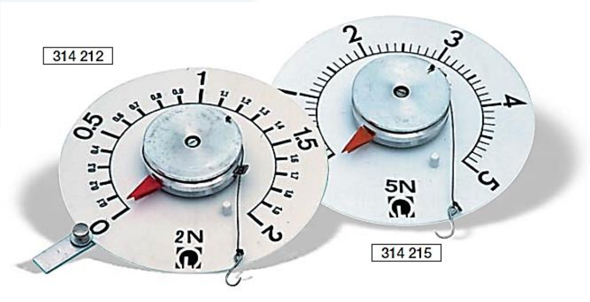
- Adhesive magnetic board.	• لوحة تثبيت مغناطيسية.
- Round dynamometers (2-5) N.	• دينامومترات (Dynamomters) دائرية (مقاييس قوى – أدوات لقياس القوى الميكانيكية) مع قاعدة ممغنطة، ذات تدريجات مختلفة (2-5) نيوتن (2N-5N).
- Magnetic base with hook.	• قاعدة ممغنطة مع خطاف.
- Set of weight, 50 g each.	• مجموعة من الكتل، 50 غرام كل واحدة.
- Disc to determine the angles.	• قرص دائري مدرج (أو ورقة ميلمترية) يوضح قيم الزوايا المشكلة بين خيط الدينامومتر والشاقول.

يبين الشكل (2) لوحات تثبيت المغناطيسية.

	
تحصيل قوتان	تحصيل ثلاث قوى

شكل (2): لوحات تثبيت مغناطيسية.

يبين الشكل (3) بعض أشكال الديناموميترات بمقاييس مختلفة.



شكل (3): دينامومتر عدد اثنان لهما مقياسان مختلفان:
5 نيوتن (5N) و 2 نيوتن (5N).

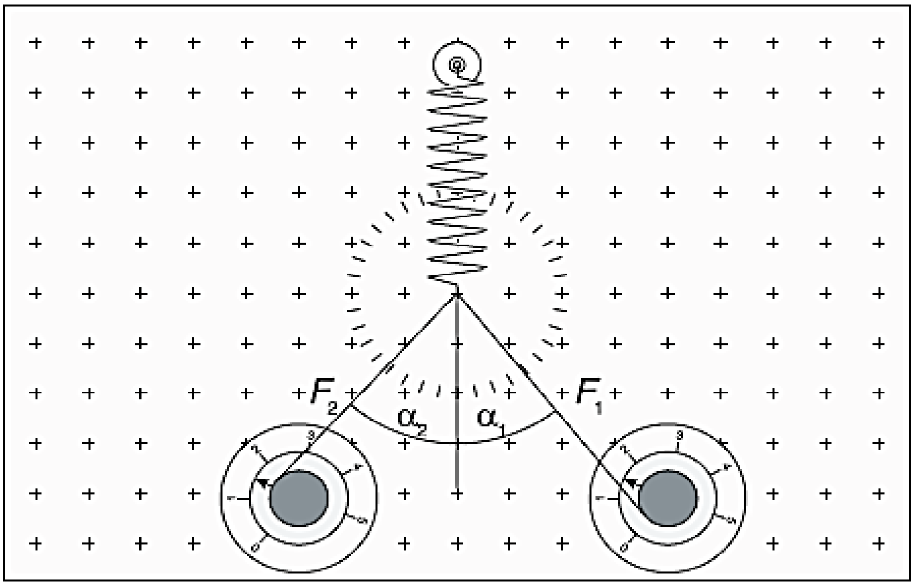
يبين الشكل (3) بعض الكتل بأشكال مختلفة، وحوامل للكتل.

شكل (4): كتل مختلفة وحوامل الكتل.

4 – خطوات العمل Carrying out the experiment

<u>أولاً: جمع القوى:</u>

a) يبين الشكل (5) المونتاج المُستخدم لجمع قوتين $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$.



شكل (5): جمع قوتان $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$ باستخدام دينامومترين.

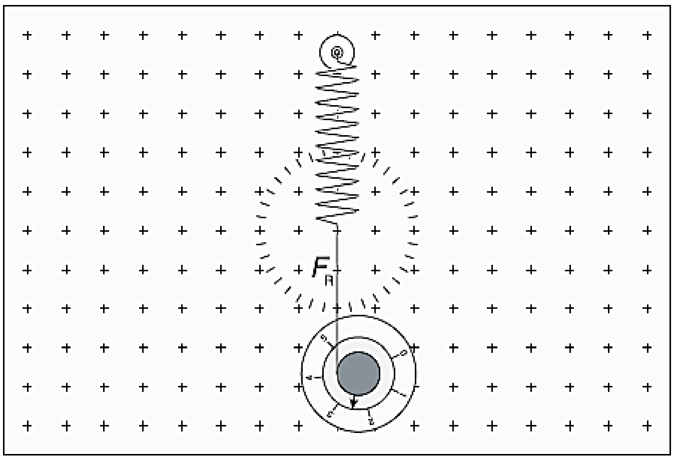
b) ثبت النابض والدينامومترن الدائريين على اللوحة المغناطيسية ومن ثم أربطهما بخطاف النابض كما هو موضح في الشكل (5).

c) أنقل ودور الدينامومترين الدائريين، وأسحب (شد) النابض نحو الأسفل بحيث يكون خطاف النابض في منتصف القرص الدائري المدرج. **<u>يجب الانتباه على أن تكون حركة خيط الدينامومتر بحيث تتحرك إبرة الدينامومتر في الأتجاه الصحيح للقراءة</u>** كما هو موضح في الشكل (5).

d) اقرأ قيمتي القوتين من الدينامومترين F_1 و F_2، وكذلك قيمتا الزاويتن α_1 و α_2 المشكلتين بين خيطي الدينامومترين والشاقول، انظر الشكل (5).

e) باستخدام العلاقة (3) أحسب محصلة هاتين القوتين F_R .

f) افصل أحد الدينامومترين عن الآخر، وبوساطة الدينامومتر الآخر شد النابض الشاقولي نحو الأسفل حتى منتصف القرص الدائري، انظر الشكل (6).



الشكل (6): تحديد قيمة القوة المحصلة F_R.

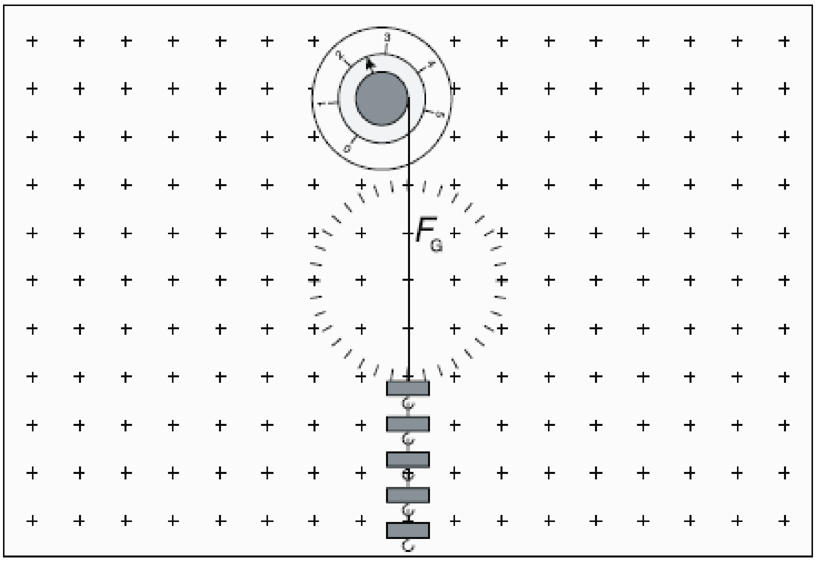
g) سجل قيمة القوة F_R التي يشير إليها الديناموتر، ومن ثم قارن قيمتها مع القيمة التي حصلت عليها في الطلب (e)، وماذا تستنتج؟

h) أعد التجربة مع قيم مختلفة لكل من α_1 و α_2، و F_1 و F_2، ثم أحسب محصلة جمع القوتين F_R.

i) أحسب الأخطاء المرتكبة في محصلة جمع قوتين F_R المقاسة باستخدام دينامومترين، وذلك بطريقة المتوسط الحسابي.

ثانياً: تحليل القوى:

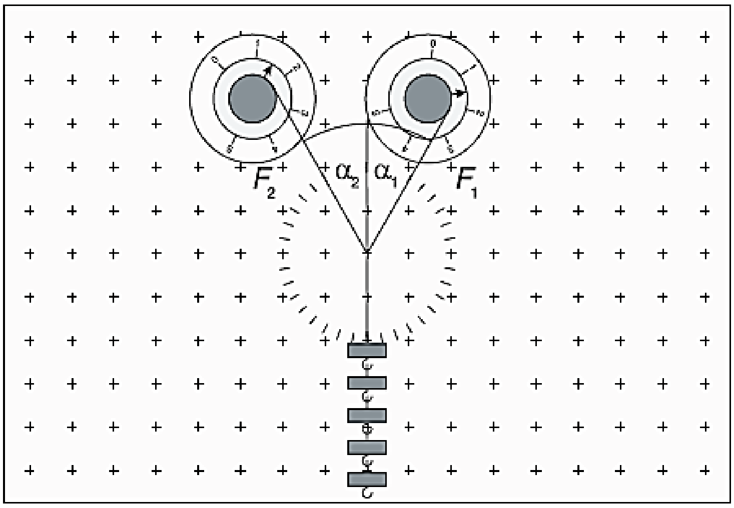
a) ثبت دينامومتر دائري على اللوحة المغناطيسية، ومن ثم علق بخيط الديناموتر خمس كتل معدنية كما هو موضح في الشكل (7).



الشكل (7): يبين كيفية تعليق الكتل مع الدينامومتر، وكيفية قراءة القوة $\overrightarrow{F_G}$.

b) سجل قيمة قوة رد فعل الدينامومتر F_G بالنسبة للخمس كتل المعلقة بخيطه.

c) ثبت دينامومترين دائريين على اللوحة المغناطيسية ومن ثم أربطهما، وعلق بهما خمس كتل كما هو موضح في الشكل (8).



شكل (8): تحديد القوتان الجزيئتان $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$.

d) أنقل ودور الديناموترين الدائريين بحيث تكون نقطة التعليق في منتصف القرص الدائري المدرج. **<u>يجب الانتباه على أن تكون حركة خيطا الدينامومتر بحيث تتحرك إبرة الدينامومتر في الأتجاه الصحيح للقراءة</u>**، كما هو موضح في الشكل (8).

e) اقرأ قيمتي القوتين من الدينامومترين F_1 و F_2، وكذلك قيمتا الزاويتن α_1 و α_2 المشكلتين بين خيطي الدينامومترين والشاقول، انظر الشكل (8).

j) باستخدام العلاقة (3) أحسب محصلة هاتين القوتين F_G، قارن قيمتها مع القيمة التي حصلت عليها في الطلب (b)، وماذا تستنتج؟

k) أعد التجربة مع قيم مختلفة لكل من α_1 و α_2، و F_1 و F_2.

l) أحسب الأخطاء المرتكبة في عملية تحليل قوة F_G إلى قوتين المقاسة باستخدام دينامومترين، وذلك بطريقة المتوسط الحسابي.

<u>ثالثاً:</u> <u>وظيفة</u>، حساب الأخطاء المرتكبة في عملية تحليل قوة إلى قوتين باستخدام دينامومترين، وذلك بطريقة المتوسط الحسابي:

التجربة الرابعة.

دراسة النواس البسيط كمثال عن الحركة التوافقية البسيطة
(تحديد تسارع الجاذبية الأرضية بوساطة النواس البسيط)

Study of simple pendulum as example of simple harmonic motion
(Determing the gravitational acceleration with a simple pendulum)

1– أهداف التجربة: Objects of the Experiment

- تحديد دور النواس T بتابعية طوله L. - تحديد دور النواس بتابعية زاوية الانحراف. - تعيين وقياس تسارع الجاذبية الأرضية g بواسطة العلاقة الرياضية التي تعطي قانون دور النواس البسيط.	- Determination of the period of the pendulum T as function of wire length L. - Determination of the period of the pendulum as function of the angle of deflection. - Determinationof the gravitational acceleration g with a mathematic pendulum.

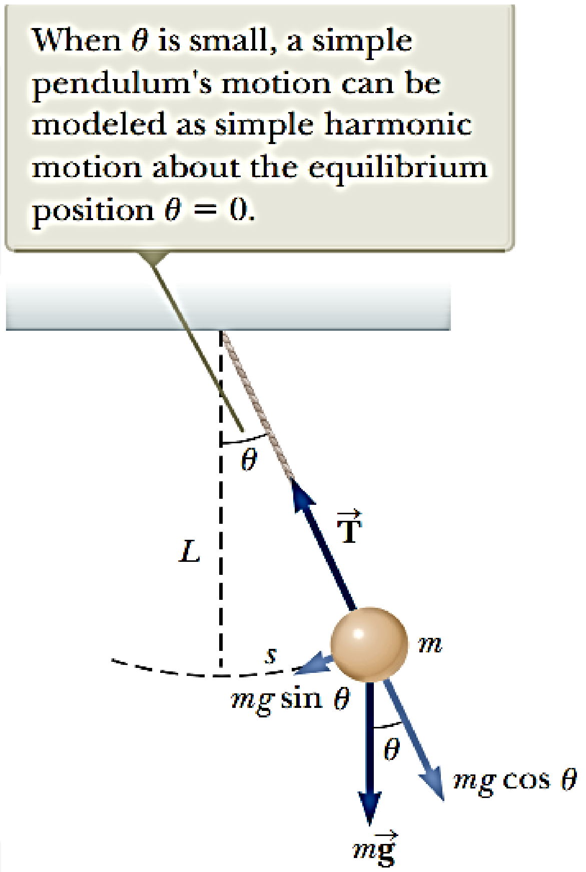
2- المبدأ النظري (مفاهيم أساسية): Principles

إن النواس، بشكل عام، هو عبارة عن جسم صلب قابل للنوسان حول محور لا يمر من مركز ثقله، وغالباً ما يُعتبر هذا المحور أفقياً.

أما النواس البسيط، فهو حالة خاصة من النواس، ويعرف بأنه نقطة مادية كتلتها m صغيرة ومعلقة بخيط مهمل الكتلة والتمدد والفتل، وطوله L.

يُثبت طرفه العلوي بنقطة ثابتة تسمى نقطة التعليق، وتُعلق في نهايته السفلية النقطة المادية ذات الكتلة m.

بما أنه لا يمكن تحقيق مثل هذا النواس عملياً، يمكننا صنع نواس أقرب ما يمكن إليه، حيث تُعلق كرة صغيرة كتلتها m بخيط طويل ودقيق كتلته صغيرة جداً، وعامل تمدده صغير جداً لدرجة يمكن إهماله. ويمكن أن نعتبر أن مركز ثقل النواس هو مركز ثقل كرته، كما هو موضح في الشكل (1).



الشكل (1): يوضح النواس البسيط مع تحليل القوى المؤثرة على النقطة المادية في النواس البسيط.

عندما تكون قيمة الزاوية θ صغيرة، فيمكن اعتبار حركة النواس البسيط حركة اهتزازية بسيطة عند وضع التوازن $\boldsymbol{\theta = 0}$.

بعض التعاريف الهامة:

طول النواس L: هو المسافة بين نقطة تعليقه ومركز ثقله الذي يكون في النواس البسيط مركز ثقل الكرة.

سـعة النواسـان θ: تدعى سـعة النوسـان بالزاوية θ وهي أكبر زاوية يصـنعها خيط النواس مع الشـاقول المار من نقطة التعليق أثناء نوسانه، أي عند قيامه بحركة اهتزازية توافقية.

دور النواس T: هو المدة الزمنية اللازمة ليقوم النواس بنوسة كاملة.

النواسة الكاملة: هي الحركة التي تنجزها كرة النواس عندما تبدأ الحركة من نقطة معينة، ومن ثم تعود إلى التي انطلقت منها بنفس الجهة التي انطلقت بها في بداية الحركة.

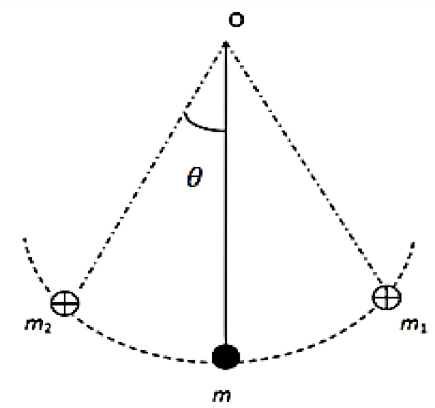
التواتر f: هو عدد النوسات في الثانية الواحدة وهو يساوي إلى مقلوب الدور، أي أن $f = \left(\frac{1}{T}\right)$.

حركة النواس البسيط:

عندما ينطبق خيط النواس على الشــاقول ويقع مركز ثقل كرته على خط الشــاقول نفســه (الوضــعية om) نقول إن النواس ســاكن. أما إذا حرفنا خيط النواس عن وضــعية التوازن (الســكون) الســابقة، بحيث يصــنع زاوية θ مع خط

الشـــاقول om ويقوم بحركة اهتزازية توافقية (جيبية)، وتهتز كرته ما بين الوضـــعيتين m_1 أو نقطتين m_1 و m_2 المتناظرتين بالنسبة للنقطة m، كما هو موضح في الشكل (2).

وتتخامد هذه الحركية تدريجياً حتى تتلاشى تماماً بعد فترة من الزمن، وذلك بسبب الاحتكاك الحاصل بين خيط النواس ونقطة التعليق، وبســبب مقاومة الهواء واهتزاز الجهاز الحامل للنواس. ولولا هذه المســببات لاســتمر النواس بالنوســان دون تخامد أو توقف.



الشكل (2): النواس البسيط.

ودور هذه الحركة يساوي:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

وهو دور الحركة الاهتزازية التوافقية للنواس البســيط ضــمن التقريب الذي اعتمدناه في بداية دراســتنا. ونلاحظ من العلاقة الأخيرة أن الدور مستقل عن كتلة النواس، ومادته، وسعته. أما إذا كانت سعة النواس غير صغيرة، فإن الدور لا يكون مستقلاً عن سعته، وبالتالي فإن:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\left(1 + \frac{1}{4}sin^2\frac{\theta}{2} + \cdots\right) \cong 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\left(1 + \frac{\theta^2}{16}\right)$$

حيث θ سعة النواس مقدرة بالراديان. ويفضل أن تكون سعة النوسان بحدود 7 درجات:

$$\theta = 7^o = 0,1\, rad$$

3 – الأجهزة والأدوات: Equipment

1 Ball with pendulum suspension. 1 Steel tape measure, 2m. 1 Stop clock (Chronometer).	-كرة معلقة بخيط النواس (خيط دقيق قليل الكتلة والفتل والتمدد). -متر معدني طوله 2 متر. -ميقاتية.

4- خطوات العمل وآلية كتابة النتائج: Carrying out the experiment

دراسة علاقة دور النواس البسيط بطوله وحساب تسارع الجاذبية الأرضية g:

1- أضبط طول النواس البسيط على القيمة L=0.5cm ، ثم اتبع الخطوات التالية، وسجل جميع النتائج في الجدول (3):

a) قم بإزاحة خيط النواس بشكل أفقي (إزاحة الكرة) عن وضعية التوازن بزاوية صغيرة ولتكن $\theta = 6^{\circ} = 0.1\ rad$ (سعة زاوية النوسان).

b) أترك الكرة بدون سرعة ابتدائية، وقس الزمن الذي تستغرقه ثلاثون نوسة كاملة t_1 (زمن 30 نوسة كاملة)،

c) أعد التجربة مرة أخرى، (إزاحة الكرة/خيط النواس/ عن وضع التوازن، وأترك الكرة بدون سرعة ابتدائية) وقس زمن الذي تستغرقه ثلاثون نوسة كاملة t_2 (زمن 30 نوسة كاملة).

d) أحسب المتوسط الحسابي لزمن ثلاثون نوسة، أي

$$\bar{t} = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

e) احسب زمن النوسة الواحدة أي دوار النواس تجريبياً $\bar{T}$ من العلاقة:

$$T = \frac{\bar{t}}{30} = \frac{\text{زمن النوسات}}{\text{عدد النوسات}}$$

f) أحسب قيمة تسارع الجاذبية الأرضي $g(\frac{m}{s^2})$ باستخدام قانون دور النواس البسيط كمايلي:

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

2- أعد التجربة (أي الخطوات من a إلى h) من أجل عدة أطوال مختلفة تتراوح ما بين 0.6m و 1.5m، وسجل النتائج في الجدول المرفق.

جدول (2).

L	$\sqrt{L}$	t	$T=\frac{t}{30}$	T^2	$\frac{L}{T^2}$	$g=4\pi^2\frac{L}{T^2}$	$\bar{g}$
m	$m^{\frac{1}{2}}$	s	s	s^2	$\frac{m}{s^2}$	$\frac{m}{s^2}$	$\frac{m}{s^2}$
0.5						$g_1=$	
0.6						$g_2=$	…………
0.7						$g_3=$	
0.8						$g_4=$	
0.9						$g_5=$	
1						$g_6=$	

3- احسب الأخطاء المرتكبة في حساب تسارع الجاذبية الأرضية g بطريقة المتوسط الحسابي.

4- ارسم على ورقة ميليمترية المنحني البياني الذي يعبر عن تحولات T بدلالة $\sqrt{L}$ ، تأكد من أن الخط الناتج عبارة عن خط مستقيم يمر من مبدأ الإحداثيات (0,0). ماذا تستنتج؟

5- احسب ميل الخط البياني الذي حصلت عليه مستفيداً من علاقة الدور.

$$T=2\pi\frac{\sqrt{L}}{\sqrt{g}}\rightarrow\frac{T}{\sqrt{L}}=\frac{2\pi}{\sqrt{g}}=m$$

6- استنتج قيمة g بيانياً .

7-أكتب علاقة دور النواس من أجل السعات الكبيرة (أي عندما $\theta>0.24\ rad$).

التجربة الخامسة.

تجربة راسم الأشعة المهبطي

Oscilloscope experiment

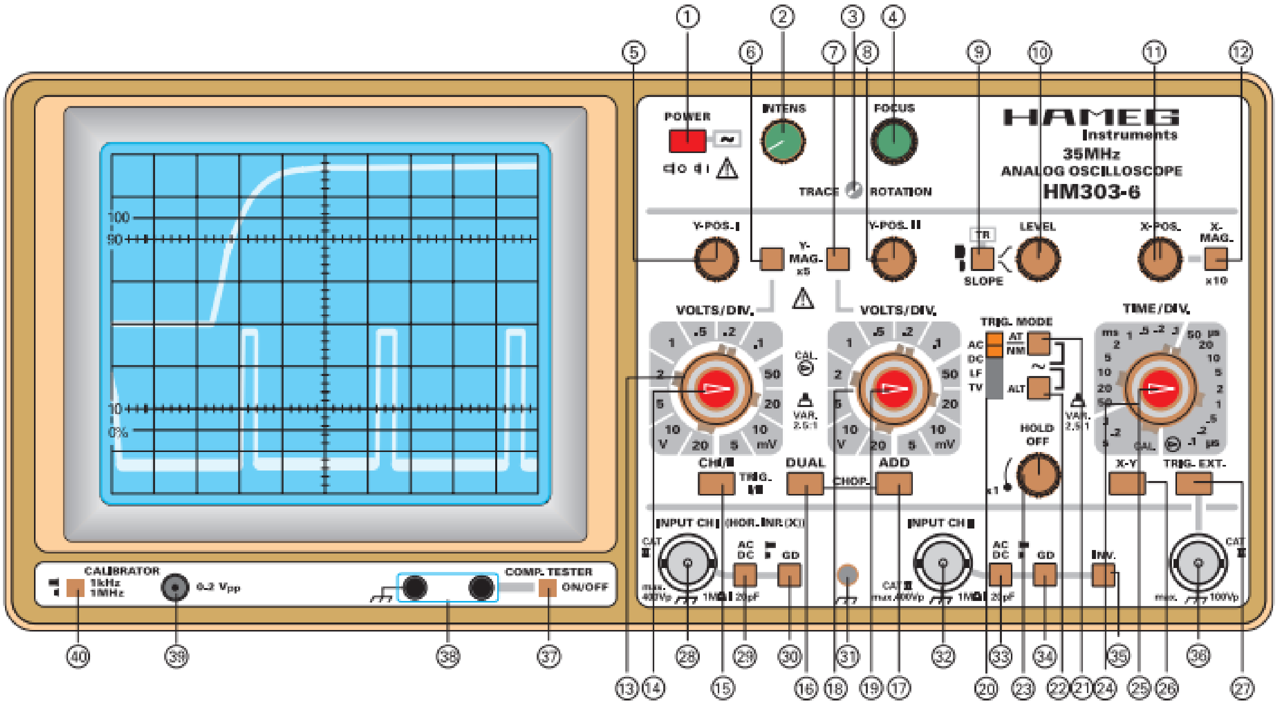
1– أهداف التجربة: Objects of the Experiment

• دراسة راسم الأشعة المهبطي.	• Studing the oscilloscope.
• قياس التردد باستخدام راسم الأشعة المهبطي.	• Frequency measurements using oscilloscope.
• قياس فرق الجهد باستخدام راسم الأشعة المهبطي.	• Amplitude measurements using oscilloscope.

2- مفاهيم أساسية: Principles

يعتبر راسم الأشعة من أهم أجهزة القياس واختبار الدارات الإلكترونية حيث أنه يمكننا من رؤية الإشارات في نقاط متعددة من الدارة، وبالتالي نستطيع اكتشاف إذا كان أي جزء يعمل بطريقة صحيحة أم لا.

يمكننا باستخدام راسم الأشعة من رؤية صورة الإشارة ومعرفة شكلها فيما إذا جانت جيبية أو مربعة. يوضح الشكل (1) صورة راسم أشعة وقد تختلف الأشكال من جهاز إلى آخر ولكنها جميعاً تحتوي على أزرار تحكم متشابهة.



الشكل (1): واجهة راسم الأشعة المهبطي.

إذا نظرت إلى واجهة راسم الأشعة المهبطي ستجد أنها تحتوي على عدة أقسام معرفة بالأسماء التالية:

التشغيل	Power
الشاشة	Screen
المداخل	Inputs
الانحراف العمودي	Vertical deflection
الانحراف الأفقي	Horizontal deflection
الإطلاق	Triggering

والآن لنتعرف على كل جزء بشيء من التفصيل:

أولاً – التشغيل: (Power)

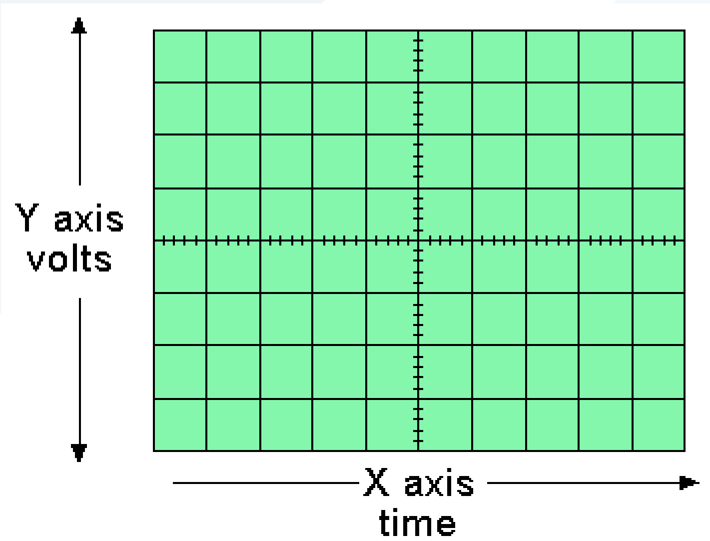
إن هذا الجزء من الراسم يحتوي على مفتاح التشغيل الثلاثة، انظر الشكل (1):

مفتاح التشغيل لتشغيل الراسم	Power	(1)
مفتاح وضوح الشاشة للتحكم بوضوح الصورة	Focus	(2)
مفتاح شدة الإضاءة للتحكم بإضاءة الشاشة	Intens	(4)

ثانياً – الشاشة: (Screen)

إن وظيفة راشـــم الأشـــعة المهبطي هي رســـم بياني لفرق الجهد بدلالة الزمن حيث يُمثل الجهد بالمحور العمودي والزمن بالمحور الأفقي كما هو موضح في الشكل (2).

الجهد



الزمن

الشكل (2): شاشة راسم الأشعة المهبطي حيث المحور العمودي يمثل فرق الجهد والمحور الأفقي الزمن.

ونجد كما في الشكل (2) أنها تتألف من محورين:

المحور العمودي: وهو يمثل الجهد ويحتوي على ثمانية تقسيمات أو مربعات. كل تقسيمة من هذه التقسيمات بطول (1 cm)، وبداخله أربع تدريجات أي تقابل (0,2 cm) (مجموعها يعطي 1 cm). سنجد لاحقاً أن أي قياس يؤخذ على هذا المحور يجب أن يُضرب بقيمة مفتاح التضخيم لنحصل على قيمة الجهد الموافق لإشارة المقاسة.

المحور الأفقي: وهو يمثل الزمن ويحتوي على عشرة تقسيمات أو مربعات. كل تقسيمة من هذه التقسيمات بطول (1 cm)، وبداخله أربع تدريجات أي تقابل (0,2 cm) (مجموعها يعطي 1 cm). سنجد لاحقاً أن أي قياس يؤخذ على هذا المحور يجب أن يُضرب بقيمة مفتاح القاعدة الزمنية لنحصل على قيمة الزمن الموافق لإشارة المقاسة.

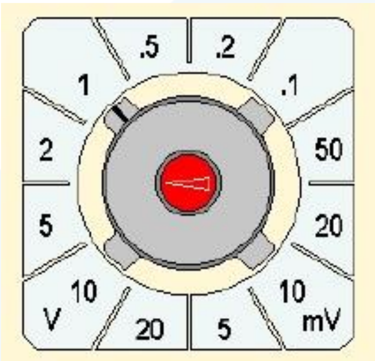
ثالثاً–المداخل: (Inputs)

- **مدخل القناة الأولى:** عن طريقه يمكننا ادخال الموجة التي نريد رؤيتها في القناة الأولى، المفتاح رقم 28 في الشكل (1).
- **مدخل القناة الثاني:** عن طريقه يمكننا ادخال الموجة التي نريد رؤيتها في القناة الثانية، المفتاح رقم 32 في الشكل (1).
- **مدخل لاختبار العناصر الإلكترونية:** هذا المدخل غير موجود في كل الرواسم حيث إنه يعتبر اختيارياً. وعن طريق هذا المدخل يمكن عرض المنحنيات الخاصة بالقطع الإلكترونية المختلفة، المفاتيح رقم 37 و38 في الشكل (1).

رابعاً– الانحراف العمودي: (Vertical deflection)

يمكن التحكم في هذا القسم بالجزء العمودي (محور الجهد أو فرق الجهد) من الإشارات في الشاشة، وحيث أن كل قناة (channel) يمكنها عرض شكل (input channel). إن معظم الرواسم تحتوي على قناتي إدخال على الشاشة، فإن القسم العمودي يحتوي على قسمين متشابهين وكل قسم يُمكننا من إدخال إشارة موجية (waveform)، وكل قناة مستقلة عن الأخرى كما هو موضح في الشكل (1). والآن لنرى كيف تعمل هذه المفاتيح في القسم العمودي.

- **مفتاح اختيار القنوات:** بهذه الأزرار يمكنك اختيار أي إشارة يتم عرضها على الشاشة. فيمكنك، على سبيل المثال، عرض إشارة القناة الأولى (channel I) فقط أو إشارة القناة الثانية (channel II) فقط (المفتاح 15 في الشكل 1) أو كليهما معاً (المفتاح 16 في الشكل 1).
- **مفاتيح نوع الإشارة:** بهذا الزر (زر رقم 29 في الشكل 1) تختار بين الإشارة الجيبية AC أو إشارة ثابتة DC (إشارة جهد مستمر)، أو أرضي بدون إشارة DG (زر رقم 30 الشكل 1)، وفي هذا الوضع يمكنك تحديد موقع الصفر على شاشة الراسم.
- **مفاتيح التضخيم للجهد:** يمكن التحكم بهذا المفتاح بنسبة قياس الجهد في الرسم البياني المعروض على الشاشة حتى نتمكن من عرض صورة واضحة للإشارات (الزر رقم 13 و 14 في الشكل 1). يوضح الشكل (3) مفتاح التضخيم.



Vertical sensitivity S_v

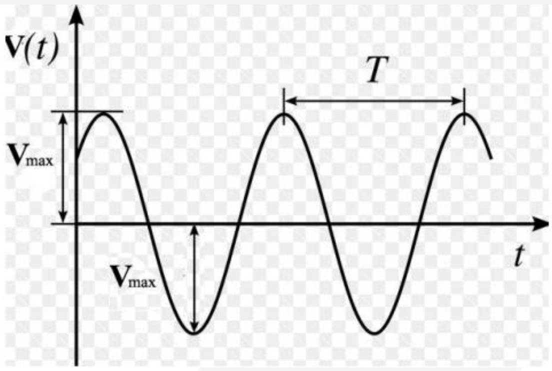
Volts/div or m Volts/div

الشكل (3): يبين الحساسية العمودية Vertical sensitivity S_v حيث مقسمة بالفولط V وبالميلي فولط mV.

المجال [0,1-20] هو بالفولط، والمجال [5-50] بالميلي فولط.

مثال:

لو كانت سـعـة الإشــارة هي (2,4) أي مربعين وجزئين صـغيرين ومفتاح التضـخيم على القيمة (2Volts/Div) فيكون جهد الإشـارة حاصـل جداء $(2{,}4 \times 2 = 4{,}8\ \mathrm{V})$. في حال الحصـول على إشـارة كاملة نبضـة موجبة ونبضـة سـالبة، فإن سـعة الإشـارة تسـاوي إلى إحدى السـعتين أي يجب أن نقسـم الإشـارة على 2، ولكن هذه السـعة تُسـمى الجهد الأعظمي $\mathrm{V_{max}}$. إن قيم الجهد المطبقة في القوانين تُسمى الشدة المنتجة $\mathrm{V_{eff}}$ حيث تُحسب من المعادلة: $\mathrm{V_{eff}} = \mathrm{V_{max}}/\sqrt{2}$ وهي عادة القيمة المقاسة بجهاز الفولتمتر (أو الأفومتر)، انظر الشكل (4).

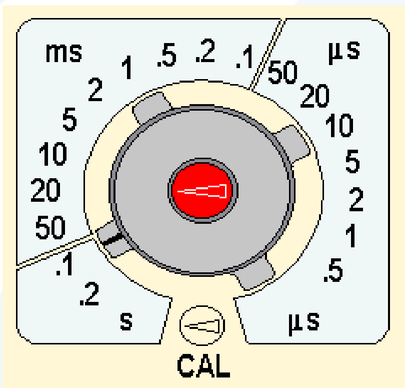


الشكل (4): شكل الإشارة وطريقة حساب جهد هذه الإشارة.

خامساً– الانحراف الأفقي: (Horizontal deflection)

- **المفتاح الأفقي – مفتاح القاعدة الزمنية:** في هذا القسم يمكن التحكم بالجزء الأفقي الذي يمثل محور الزمن أو مفتاح القاعدة الزمنية.
- **مفتاح اختياروضع الصورة:** بهذ الزر أو المفتاح يمكن تحريك الإشارة يميناً أو يساراً على المحور الأفقي.
- **مفتاح معيار الزمن:** بهذا المفتاح يمكن التحكم في نسـبة قياس الزمن في الرسـم البياني المعروض على الشـاشـة حتى نتمكن من عرض صورة واضحة للإشارات، انظر الشكل (4).

مثال: على المحور الأفقي حصـلنا على إشـارة المسـافة بين قمتين (3,6) ومفتاح القاعدة الزمنية على الوضـع (5 ms) تصـبح قيمة الإشارة هي: $T = 3{,}6 \times 5 \times 10^{-3} s$.



Horizontal sensitivity S_h (or time base V_b)

Time/div s, ms, or µs

الشكل (4): يبين الحساسية الأفقية Horizontal sensitivity S_h حيث مقسمة بالثانية s، بالميلي ثانية ms، أو بالميكرو ثانية µs. المجال [0,2-0,1] هو بالثانية، المجال [50-0,1] بالميلي ثانية، والمجال [50-0,5] بالميكرو ثانية.

سادساً–الإطلاق: (Triggering)

بشكل مبسط ومختصر، إن تمثيل الإشارة غير ممكن إلا عند إطلاق الزمن (إطلاق أو تشغيل القاعدة الزمنية).

3 – الأجهزة والأدوات: Equipment

1 Oscilloscope.	1 راسم أشعة مهبطي.
1 Power supply: AC/DC stabilizer.	1 وحدة تغذية: جهد متناوب ومستمر مستقر.
1 Voltmeter.	1 مقياس جهد.
1 Signals generator.	1 مولد إشارة.

4- خطوات العمل: Carrying out the experiment

أولاً: أخترمن مولد الإشارات، إشارة جيبية بتواترما.

1- ارسم الإشارة الناتجة من وصل المولد مع الراسم على القناة الأولى على ورقة مليمترية، مع الأخذ بعين الاعتبار، عند الرسم يجب كتابة قيمة مفتاح التضخيم وقيمة مفتاح القاعدة الزمنية على المحاور الأحداثية.

2- قس قيمة V_{MAX} ، $V_{P.P}$ ، ومن ثم أحسب V_o جهد الإشارة بطريقتين.

3- احسب دور الإشارة T.

4- احسب تواتر الأشارة f.

ثانياً: أخترمن مولد الإشارة، إشارة مثلثية بتواترما.

1- ارسم الإشارة الناتجة من وصل المولد مع الراسم على القناة الأولى على ورقة مليمترية، مع الأخذ بعين الاعتبار، عند الرسم يجب كتابة قيمة مفتاح التضخيم وقيمة مفتاح القاعدة الزمنية على المحاور الأحداثية.

2- قس قيمة V_{MAX} ، $V_{P.P}$ ، ومن ثم أحسب V_o جهد الإشارة بطريقتين.

3- احسب دور الإشارة T.

4- احسب تواتر الأشارة f.

التجربة السادسة :

مبدأ الصدى الصوتي (السونار) (حساب سرعة الصوت)

Principle of an echo sounder

1–أهداف التجربة: Objects of the Experiment

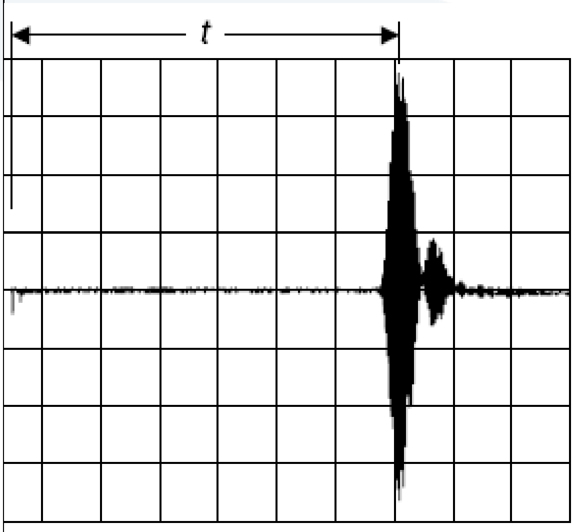
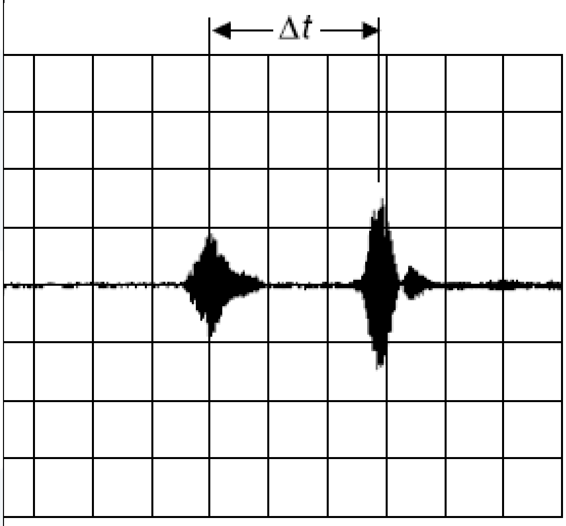
• التحقق من مبدأ الصدى الصوتي. • حساب سرعة الصوت في الهواء من لحظة ذهاب نبضة الصوت والمسافة إلى العاكس.	• Demonstrating the principle of an echo sounder. • Determing the velocity of sound in air from the transit time of a sound pulse and the distance to the reflecting object.

2- المبدأ النظري (مفاهيم أساسية): Principles

تنعكس الموجات فوق الصوتية على السطوح الحدودية بين الأوساط مع مقاومة مختلفة للموجات الصوتية. ويصدر جهاز السونار إشارات بالموجات فوق الصوتية النبضية ويقيس الوقت الذي تنعكس فيه الإشارة من السطح الحدي إلى المستقبل. ولتبسيط الدراسة يكون المرسل والمستقبل في نفس الموقع. ويمكن بوساطة حساب الوقت بين الإرسال والاستقبال من أجل تحديد المسافة إلى السطح العاكس (إذا كانت سرعة الصوت معروفة)، أو لتحديد سرعة الصوت على مسافة معروفة. هذه الطريقة شائعة على سبيل المثال، لتحديد أعماق المياه في البحار.

في هذه التجربة نستخدم جهاز الإيكو الصوتي لتحديد سرعة الصوت في الهواء، ولتحديد المسافة. يتألف جهاز الإيكو الصوتي من محولين للأمواج فوق الصوتية – مرنانات – تعمل بمثابة جهاز الإرسال والاستقبال. الحساس المستخدم هنا كمحول، يعتمد في عمله على ظاهرة الكهرباء الإنضغاطية الذي يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية(اهتزازية)، وبالعكس وذلك اعتماداً على طريقة التشغيل.

عندما يطبق جهد متناوب على جهاز الكهرباء الإنضغاطية، إن المحول الذي تم وضعه كمرسل يرسل أمواج صوتية عالية بما فيه الكفاية في ترددين مختلفين (40 كيلو هرتز و 48 كيلو هرتز –40 kHz and 48 kHz). على العكس من ذلك، الموجات الصوتية تولد اهتزازات ميكانيكية في المحول عند وضعه كجهاز استقبال. الجهد الناتج عن جهاز الكهرباء الإنضغاطية يتناسب مع السعة الصوتية (أو سعة الصوت).

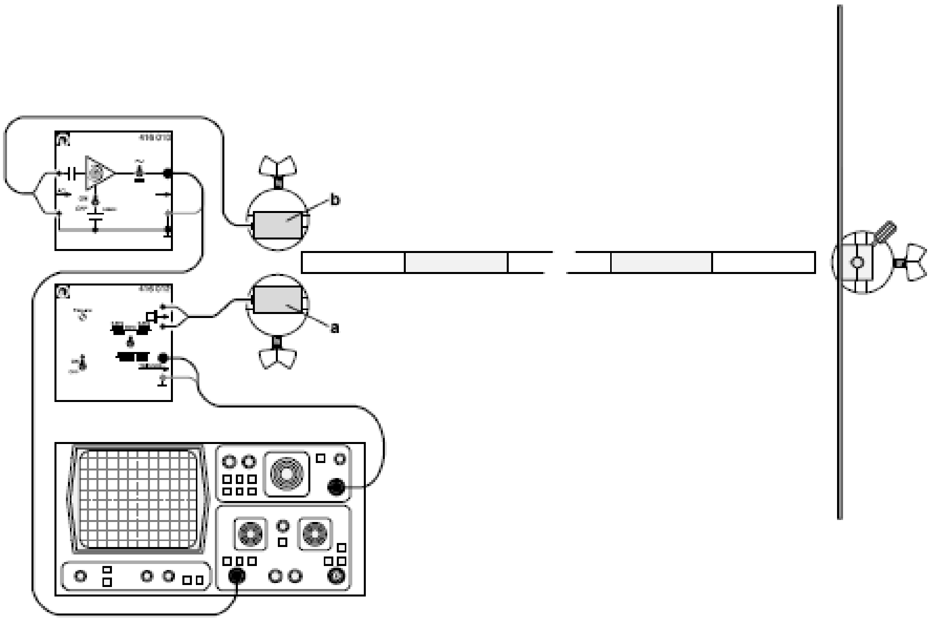
	
The reflction plate **لوحة انعكاس**	**The reflction plate and an additional obstacle placed in front of it** **لوحة انعكاس وإشارة إضافية وضعت أمامه**

3 – الأجهزة والأدوات: Equipment

2 Ultrasonic transducers, 40 kHz.	محولات موجات فوق صوتية عدد 2.
1 AC amplifier.	مضخم تيار متناوب عدد 1.
1 Generator 40 kHz.	مولد إشارة 40 كيلو هرتز.
1 Two-channel oscilloscope 303.	راسم أشعة بقناتين.
1 Screened cable BNC/4 mm.	كابل محوري BNC/4 mm.
1 Reflection plate.	شاشة أو صفيحة عاكسة.
1 Stand rod, 47 cm.	قاعدة قضيب بطول 47 سم.
3 Sabble bases.	قواعد حمل
1 Metal scale, 1 m.	متر معدني.

4- خطوات العمل: Carrying out the experiment

1- مخطط التجربة (أو الدارة) موضع في الشكل (1).



الشكل (1): مخطط التجربة.

2- لدينا مرسل (a) ومستقبل (b) حيث نصل المستقبل إلى المدخل الأول لراسم الأشعة (Channal 1).

3- قبل إجراء التجربة ضع مفاتيح التضخيم على الأوضاع التالية للقناة الأولى، مفتاح الجهد على الوضع (0,5 V/Div) ومفتاح القاعدة الزمنية على الوضع (1 ms/Div). لا تغيير في إعدادات الراسم.

4- شغل منابع التغذية لمولد الإشارة الصوتية والراسم.

5- عاير البعد ما بين الحساسين والحاجز على بعد (0,5 m) من الراسم ستحصل على إشارتين: اقرأ على محور الزمن المسافة بينهما (بحيث يجب أن يُضرب هذا الرقم بمفتاح التضخيم على القاعدة الزمنية لتكون القراءة صحيحة).

6- طبق القانون $x = v.t$ حيث v السرعة وهي مقدار مجهول يجب حسابها، و t الزمن المُقاس بالثانية، و x المسافة المقطوعة وهي تساوي $2d$ (مسير الصوت ذهاباً وإياباً).

7- تُحسب السرعة من العلاقة التالية:

$$x = v.t \rightarrow v = \frac{x}{t} = \frac{2d}{t}$$

8- بتغيير المسافة نقيس الزمن المرافق ومن ثم نحسب السرعة من العلاقة السابقة. نضع القيم التي نحصل عليها في جدول مماثل للجدول المرفق، ثم احسب الأخطاء المرتكبة بطريقة المتوسط الحسابي.

9- ارسم الخط البياني لتحولات $2d = f(t)$. ماذا يمثل هذا الخط البياني (ناقش ذلك)؟ احسب ميل الخط البياني، ماذا يمثل هذا الميل؟

10- أحسب نظرياً سرعة الصوت في الهواء عند الدرجة 20^oC.
11- أخيراً ناقش النتاج التي حصلت عليها.

تنفيذ التجربة وآلية كتابة النتائج

أولا: أكمل الجدول التالي، بعد قراءة خطوات العمل.

d	$2d$	t	t	$v=\frac{2d}{t}$	$\overline{v}$	Δv	$\overline{\Delta v}$
(m)	(m)	(ms) ميلي ثانية	(s) ثانية	$(\frac{m}{s})$	$(\frac{m}{s})$	$(\frac{m}{s})$	$(\frac{m}{s})$
0.5				$v_1=$	…………	$\Delta v_1=$	…………
0.6				$v_2=$		$\Delta v_2=$	
0.7				$v_3=$		$\Delta v_3=$	
0.8				$v_4=$		$\Delta v_4=$	
0.9				$v_5=$		$\Delta v_5=$	
1				$v_6=$		$\Delta v_6=$	

الخطأ النسبي $\frac{\overline{\Delta v}}{\overline{v}}$ ليس له واحدة	القيمة الحقيقية $=(\overline{v}\pm\overline{\Delta v})\ \frac{m}{s}$
الخطأ النسبي المئوي $\frac{\overline{\Delta v}}{\overline{v}}\ \%$ ليس له واحدة	

ثانياً: حساب الأخطاء المرتكبة في قياس السرعة v بطريقة المتوسط الحسابي:
(أي حساب الخطأ المطلق، والخطأ النسبي، والخطأ النسبي المئوي، والقيمة الحقيقية) .

ثالثاً: أحسب نظرياً سرعة الصوت في الهواء عند الدرجة $20\ ^oC$.
نشير إلى أن سرعة الصوت في الهواء بتابعية درجة حرارة الوسط تعطى بالعلاقة التالية:

$$v=331,6\ +0,6*T$$

التجربة السابعة :

تحديد البعد المحرقي للعدسات المقربة باستخدام طريقة بيسيل

Detreming the focal lengths at collecting (convergent) lenses using Bessel's method

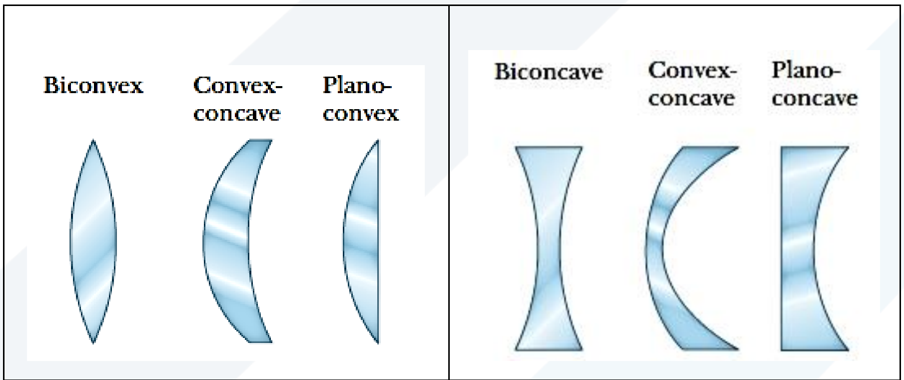
1– أهداف التجربة: Objects of the Experiment

Determination of the focal length of a convergent Lens.	تحديد البعد المحرقي لعدسات مقربة.

2- المبدأ النظري (مفاهيم أساسية): Principles

تعريف العدسة:

هي وسط شفاف كاسر للضوء محدود بسطحين محدبين أملسين أو مقعرين، أو بسطح منحن وآخر مقعر أو محدب، ويكون للسطحين محور مشترك يمر من مركزي السطحين يُسمى بالمحور الأصلي أو الرئيسي للعدسة. يوضح الشكل (1) أشكال العدسات الموجودة وفقاً لشكل سطحي وجهها.



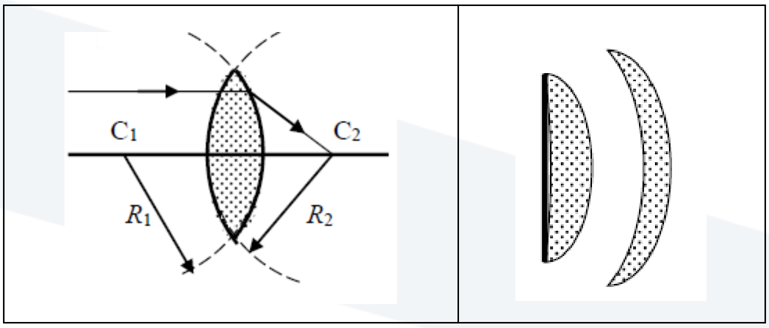
محدبة الوجهين	محدبة مقعرة	محدبة مستوية	مقعرة الوجهين	محدبة مقعرة	مقعرة مستوية

الشكل (1): يوضح أشكال العدسات الموجودة وفقاً لشكل سطحي وجهها.

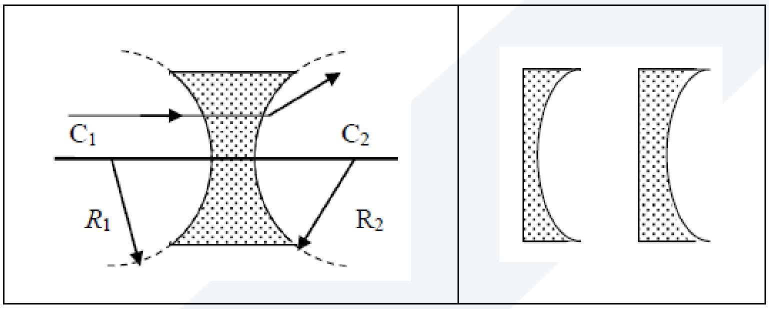
والعدسات على نوعين:

1– **عدسة مقربة:** وهي عدسة محدّبة الوجهين أو ذات وجه محدّب وآخر مستوٍ أو مقعر. وتكون أطرافها أرق من وسطها، وتملك خاصية كسر الأشعة الضوئية باتجاه محورها الأصلي أو الرئيسي، وتقوم بتجميع الأشعة المتوازية (بعد كسرها) في نقطة واحدة، انظر الشكل (2).

2– **عدسة مبعدة:** وهي عدسة إما أن تكون مقعرة الوجهين أو أحد وجهيها مقعر الشكل والآخر إما مستوياً أو محدباً. وتكون أطرافها أسمك من وسطها، وتقوم بكسر الأشعة الضوئية الواردة أو الساقطة علها بعيداً عن محورها الأصلي أو الرئيسي، انظر الشكل (3).

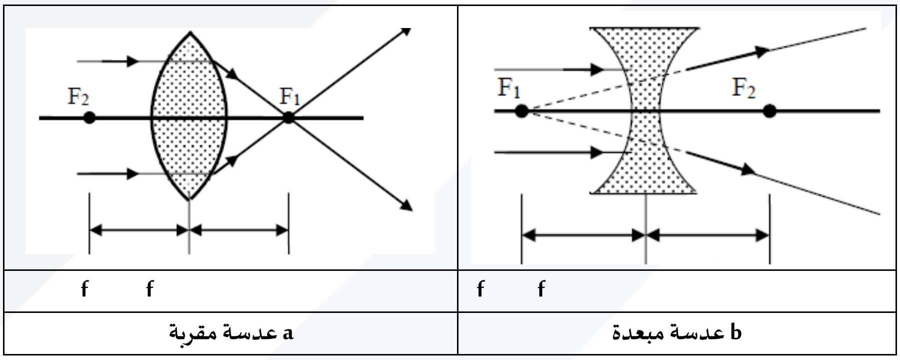


الشكل (2): عدسة مقربة.



الشكل (3): عدسة مبعدة.

إذا أسقطنا حزمة ضوئية متوازية على عدسة مقربة بشكلٍ موازٍ لمحورها الرئيسي، فإن الأشعة الواردة تنكسر مقتربةً من المحور في نقطة ما على المحور الرئيسي، تُسمى محرق (أو بؤرة) العدسة، كما هو مبين في الشكل (4a).



الشكل (4): انكسار الأشعة الواردة في كل من العدسة المقربة والمبعدة.

أما إذا سقطت أو وردت الحزمة الضوئية المتوازية على عدسة مبعدة، فإنها تبرز من الوجه الآخر للعدسة مبتعدة عن محورها الأصلي أو الرئيسي، وتبدو وكأنها صادرة عن النقطة F_1 الواقعة على المحور الرئيسي للعدسة، كما هو مبين في الشكل (4b). ويقابل الوجه الآخر من العدسة المحرق F_2.

<u>يُعرَّف البعد المحرقي للعدسة</u> بأنه المسافة الفاصلة بين المحرق ومركز العدسة. إن البعدين المحرقيين متساويان في العدسات الرقيقة. **<u>والعدسة الرقيقة</u>** هي تلك العدسة التي تكون سماكتها صغيرةً جداً ومهملةً بالنسبة لبعدها المحرقي.

إن البعد المحرقي يتوقف على ما يلي:

1- نصفي قطر التكور أو الانحناء R_2 و R_2 لكل من سطحيها، كما هو مبين في الشكل (2) و (3).

2- قرينة انكسار العدسة n بالنسبة للهواء.

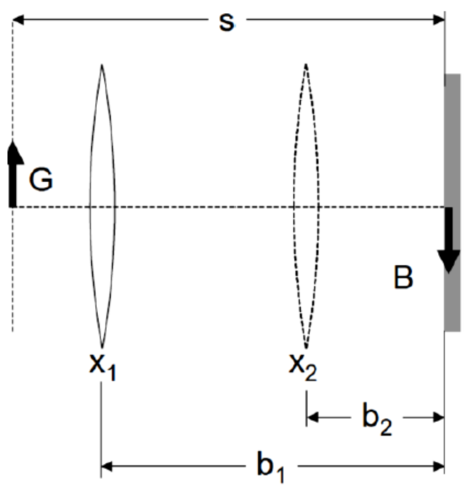
3 – الأجهزة والأدوات: Equipment

1 Lamp housing with cable. 1 Incandescent lamp 6V/30 W. 1 Aspherical condenser with diaphragm holder. 1 Transformer 6V/12V. 1 Lens in frame f= + 50 mm. 1 Lens in frame f= + 120 mm. 1 Lens in frame f= + 200 mm. 1 Translusent screen. 1 Small optical bench. 1 Stand base, V-shape, 28 cm. 4 Leybold multiclamps. 1 Stand rod, 25 cm. 1 Steel tape measure, 2m.	1 بيت لحماية المصباح مع كابل. 1 مصباح 6V/30 W. 1 مكثف كروي مع حاجز (شق). 1 محول 6V/12V. 1 عدسة بعدها المحرقي (+50 مم). 1 عدسة بعدها المحرقي (+100 مم). 1 عدسة بعدها المحرقي (+200 مم). 1 شاشة شفافة. 1 مقعد ضوئي صغير. 1 قاعدة حاملة على شكل حرف V ارتفاعها 28 سم. 4 مقابض أو ملازم تثبيت ليبولد. 1 قضيب حامل طوله 25 سم. 1 متر معدني طوله 2 متر.

4- خطوات العمل: Carrying out the experiment

حساب البعد المحرقي لعدسات مقربة بطريقة بيسيل:

Detrerming the focal lengths at collecting (convergent) lenses using Bessel's method



الشكل (6): مخطط مبسط للتجربة، حيث يشير G إلى حجم الجسم المضيء، و B إلى حجم الخيال المتشكل.

1- ضع العدسة التي بعدها المحرق $f = +50\ mm = +5\ cm$ في الوسط بين حامل المصباح والشاشة الشفافة، كما هو موضح في الشكل.

2- ضع الشاشة الشفافة على مسافة S عن الجسم، بحيث يتحقق الشرط $S \geq 4f$.

3- حرك العدسة نحو الجسم حتى تشاهد على الشاشة (اللوح الشفاف) صورة (خيال للجسم المضيء) حادة (شديدة التركيز) وأكبر ما يمكن، وقس المسافة $b_1 = x_1$ بين الشاشة والعدسة، كما هو موضح في الشكل (6).

4- حرك العدسة نحو الشاشة الشفافة فتشاهد صورة حادة مرة أخرى ولكن أصغر ما يمكن. قد يكون من الضروري ضبط المصباح لمراقبة الصورة الصغيرة للجسم.

5- قس المسافة $b_2 = x_2$ بين الشاشة الشفافة والعدسة.

6- أحسب الفرق ما بين البعدين السابقين $\Delta = (x_1 - x_2) = (b_1 - b_2)$.

7- قس المسافة ما بين الجسم المضيء والشاشة الشفافة S.

8- أكمل حساب القيم المعطاة في الجدول المرفق رقم (1)، وباستخدام العلاقة (4):

$$f_{exp} = \left(\frac{D^2 - b^2}{4D}\right) = \frac{1}{4}.\left(S - \frac{(X_1 - X_2)^2}{S}\right) = \frac{1}{4}.\left(S - \frac{(\Delta)^2}{S}\right) \qquad (1)$$

9- أعد التجربة، وسجل النتائج في الجدول المرفق.

10-كرر التجربة من أجل العدسة التي بعدها المحرق $f = +100\ mm = +10\ cm$.

11-احسب الأخطاء المرتكبة في قياس البعد المحرقي بطريقة القيم الوسطى.

f (mm) البعد المحرقي للعدسة	x_1 ( )	x_2 ( )	$\Delta = x_1 - x_2$ ( )	S ( )	f_{exp} ( ) تجريبياً من العلاقة النظرية	$\overline{f_{exp}}$ ( )
f=+50					$f_{exp} =$	
f' =+50					$f'_{exp} =$	

التجربة الثامنة :

قياس مقاومة مجهولة بوساطة جسر وطسطن

Determing a Resistor by Wheatstone bridge

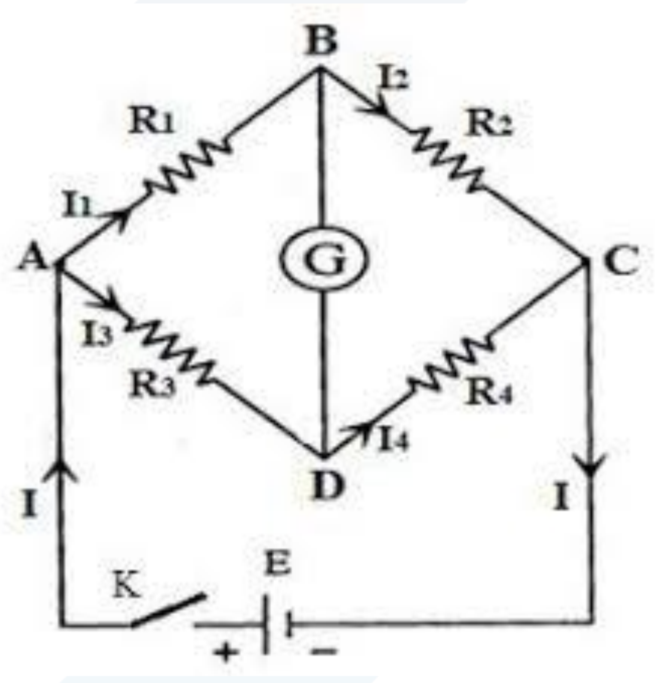
1 – أهداف التجربة: Objects of the Experiment

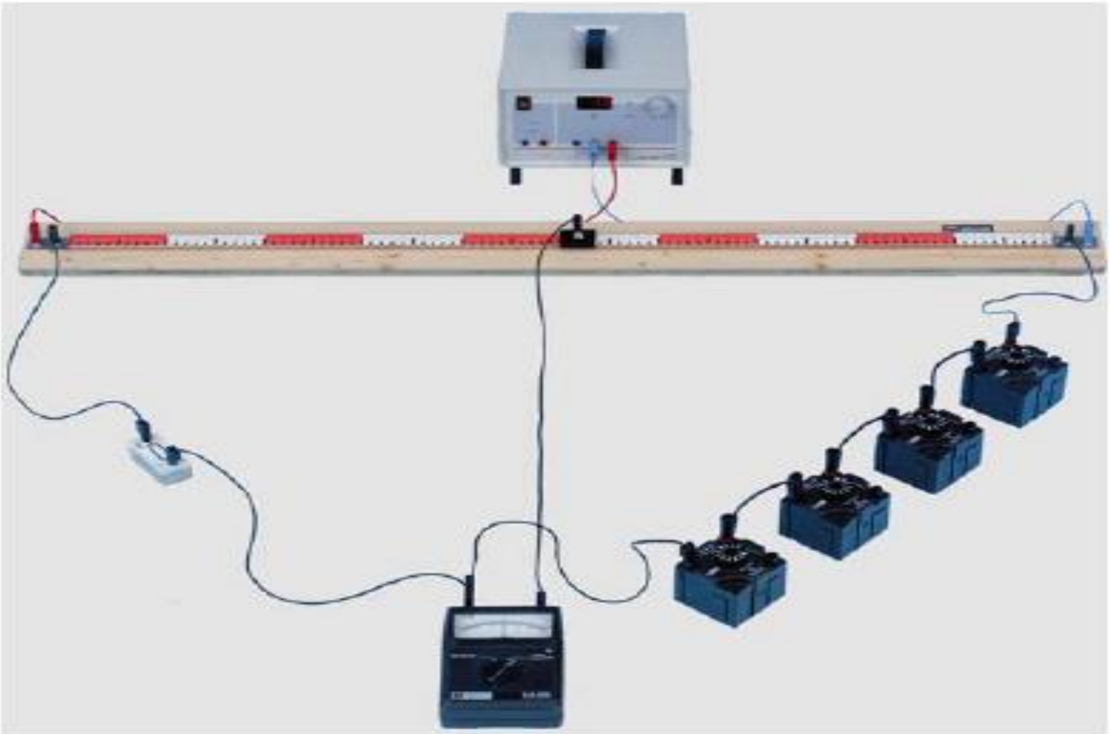
(1) قياس مقاومات مجهولة باستخدام جسر وطسطن.

(2) التحقق من قوانين وصل مقاومات على التسلسل وعلى التفرع، تجريبياً وعمليا.

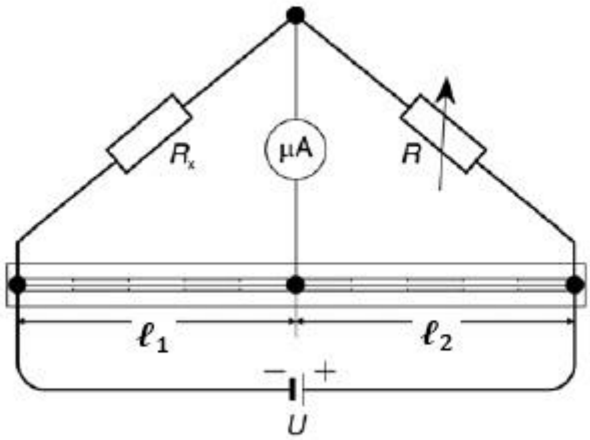
2- مفاهيم أساسية: Principles

يُعتبر جسر وطسطن أكثر الأجهزة استخداماً لقياس المقاومات، وهو يتألف من دارة كهربائية (A, B, C, D) تحوي أربع مقاومات، الشكل (1). ثلاث منها معلومة (R_1, R_2, R_3) أما الرابعة (R_x) فهي المقاومة المجهولة المُراد قياسها.





الشكل (2): طريقة توصيل دارة جسرة وطسطن.



شكل (3): دارة جسروطسطن، المستخدمة في التجربة.

يتم أختيار قيم المقاومات في هذه الدارة حتى يصبح الجهد المار في مقياس الغلفانومتر (V) معدوماً، عندها يكون الجسر متوازناً. وعندما يتوازن جسر وطسطن يكون فرق الكمون بين النقطتين B و C معدوماً أي أن:

$$U_B - U_D = 0$$

حيث U_B كمون النقطة B و U_D كمون النقطة D. وتكون شدة التيار I_x الكهربائي المار في الفرع AD مساوية لشدة التيار الكهربائي I_3 في الفرع DC. وكذلك تكون شدة التيار الكهربائي I_1 في الفرع مساوية AB مساوية لشدة التيار الكهربائي I_2 في الفرع BC، وبالتالي يكون فرق الكمون بين النقطتين B و A يساوي فرق الكمون بين النقطتين C و A:

$$U_{AB} = U_{AD} \quad (1)$$

وكذلك فرق الكمون بين النقطتين D و B يساوي فرق الكمون بين النقطتين C و D:

$$U_{BC} = U_{DC} \quad (2)$$

باستخدام قانون أوم $(U = R.I)$ تصبح العلاقتين (1) و (2) كما يلي:

$$R_1.I_1 = R_2.I_2 \quad (3)$$

$$R_X.I_3 = R_4.I_4 \quad (4)$$

بنسبة العلاقتين (3) و (4)، آخذين بالاعتبار أن:

$$I_x = I_4 \;\; \& \;\; I_1 = I_2$$

نحصل على:

$$\frac{R_x}{R_1} = \frac{R_4}{R_2} \rightarrow R_x = R_4.\frac{R_1}{R_2} \quad (5)$$

نعوض عن R_1، R_2 بقيمتها بدلالة طول الناقل ℓ، ومساحة سطح مقطعه S ومقاومته النوعية ρ ، حسب قانون أوم الثاني $R = \rho\frac{\ell}{s}$ فتصبح المعادلة (5) كما يلي:

$$R_x = R_4.\frac{\ell_1}{\ell_2} \quad (6)$$

وهو القانون المستخدم في التجربة.

إذا أُعطيت المقاومات $(\ell_1, \ell_2, R_4 = R_{\text{variable}})$ يمكن اســـتنتاج المقاومة الرابعة المجهولة (R_x)، وذلك في حال توازن الجسر. يمكن للسهولة استخدام علبة مقاومات عيارية R_{variable} متغيرة ومعلومة.

3 – الأجهزة والأدوات

1- جسر وطسطن، انظر الشكل (1).
2- مقاومات معلومة ومجهولة.
3- علبة مقاومات معلومة.
4- مقايس غلفانومتر حساس.
5- منبع تغذية مستمر (3-12V).
6- قاطعة لوصل أو لقطع التيار الكهربائي المار في الدارة.
7- أسلاك توصيل مقاومتها الكهربائية مهملة عملياً بالنسبة للمقاومات المستخدمة في الجسر.

4– خطوات العمل: Carrying out the experiment

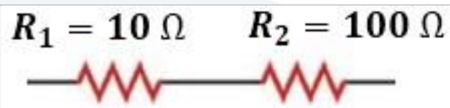
<u>أولاً</u>: قياس مقاومات مجهولة باستخدام جسروطسطن.

- يُبيّن الشكل (3) الدارة المستخدمة في القياسات التجريبية.
- صل إحدى المقاومات المجهولة R_x مع دارة الجسر.
- طبق جهد مستمر ذات قيمة معينة $U = 1V$ من منبع التغذية.
- غير قيم المقاومة المعلومة (المتغيرة) R_{variable} حسب القيم المعطاة في الجدول المرفق.
- حرك الزالقة إلى أن يشـير مقياس الغلفانو متر إلى القيمة $(I = 0A)$، من أجل كل قيمة من قيم المقاومات المعلومة والمتغيرة .
- سجل قيمة ℓ_1 ، ℓ_2 في الجدول المرفق.
- احسب قيمة المقاومة R_x من العلاقة (6).
- أحسب الخطأ المطلق والنسبي المرتكب في عملية القياس، والقيمة الحقيقية، بطريقة المتوسط الحسابي.
- تحقق من قوانين وصل المقاومات على التسلسل وعلى التفرع عملياً باستخدام الجسر، ومن ثم نظرياً، ماذا تستنتج؟

R_V	ℓ_1	ℓ_2	$R_x = R_V(\frac{\ell_1}{\ell_2})$	$\overline{R_x}$
3			$R_{x1} =$	
5			$R_{x2} =$	
10			$R_{x3} =$	....
15			$R_{x4} =$	
20			$R_{x5} =$	

<u>ثانياً</u> – التحقق من وصل المقاومات على التسلسل وعلى التفرع. نظرياً وتجريبياً(عمليا) باستخدام الجسر.

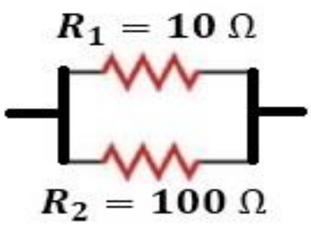
<u>سؤال 1:</u> عند وصل مقاومتين R_1 ، R_2 على التسلسل كما هو مبين بالشكل (1)، كيف نوجد **نظرياً** قيمة المقاومة المكافئة لهما أي R ؟



الشكل (1): يبين وصل مقاومتين على التسلسل

أوجد قيمة المقاومة المكافئة تجريبيا.

<u>سؤال 2:</u> عند وصل مقاومتين R_1 ، R_2 على التفرع كما هو مبين بالشكل (2)، كيف نوجد **نظرياً** قيمة المقاومة المكافئة لهما أي R ؟



الشكل (2): يبين وصل مقاومتين على التفرع.

أوجد قيمة المقاومة المكافئة تجريبيا.

سؤال(3): قارن القيم التجريبية مع القيمة النظرية المحسوبة من قانون وصل المقاومات على التسلسل وعلى التفرع، ماذا تستنتج؟

سؤال(4): هل هناك طريقة أخرى لحساب مقاومة مجهولة في دارة كهربائية، دون استخدام الجسر؟

سؤال(5): بيّن كيفية استنتاج العلاقة (6)

التجربة التاسعة.

التحقق من صحة قانون أوم

Verifying Ohm's law

1 – أهداف التجربة: Objects of the Experiment

التحقق من صحة قانون أوم بتحديد المقاومات.

ملاحظة:

قانون أوم الأول:

$$R = \frac{V}{I}$$

قانون أوم الثاني:

$$R = \rho.\frac{\ell}{S}$$

قانون أوم الثالث:

$$R + \sum_i r_i = \frac{E}{I}$$

2- مفاهيم أساسية: Principles

لنفرض أنه لدينا الدارة الموضحة في الشكل (1). إن الجهد U (أو فرق الكمون) بين طرفي ناقل، بتقريب جيد، يتناسب مع شدة المار في الناقل، وهذا ما يُدعى بقانون أوم الذي يُعطى بالعلاقة الآتية:

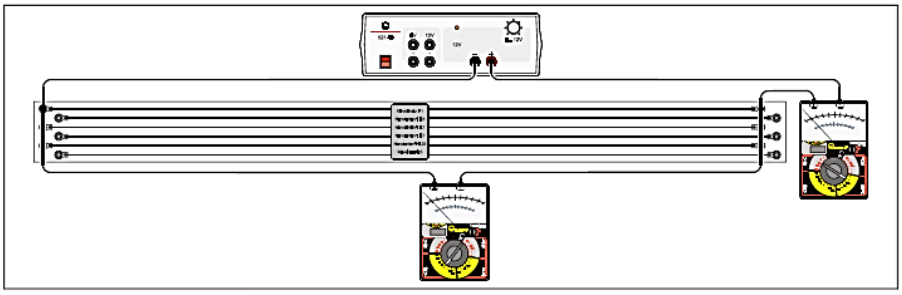
$$U = R.I \tag{1}$$

وتُدعى ثابتة التناسب R بمقاومة الناقل. إن مقاومة سلك R طوله ℓ وسطح مقطعه A تُعطى بالعلاقة الاتية:

$$R = \rho.\frac{\ell}{S} \tag{2}$$

حيث ρ المقاومة النوعية للسك المعدني.

سنتحقق في هذه التجربة من صحة العلاقة (1)، أي أن التناسب بين شدة التيار والجهد مُحقق من أجل أسلاك معدنية بأطوال ومقاطع مختلفة، ومن أجل أسلاك مصنوعة من معادن مختلفة. سيتُّم تحديد، في كل حالة، المقاومة كثابت تناسب. وسيتُّم التحقق من أن ثابت التناسب R يتعلق بطول السلك ℓ، بسطح مقطعه S، وبمقاوته النوعية ρ، أي سيتُّم التحقق من صحة العلاقة (2).



شكل (1): الدارة التجريبية المستخدمة للتحقق من صحة قانون أوم.

3- الأجهزة والأدوات

1- جسر من الأسلاك لقياس مقاومتها.
2- منبع تغذية مستمر ومتناوب (DC/AC)(1-12 V).
3- مقياس تيار مستمر (DC, I < 3A).
4- مقياس جهد مستمر (DC, U < 15V).
5- أسلاك توصيل.

خطوات تنفيذ التجربة وآلية كتابة النتائج

أولاً: تعيين مقاومة سلكين من الكونستنتان بأطوال متساوية $(\ell = 1m)$ ومقاطع مختلفة، ثم استنتاج تأثير تغير سطح مقطع السلك على المقاومة.

1- صل مقياس الجهد إلى سلك الكونستنتان ذو القطر $d = 1mm$ ، والسطح $S = 0,8mm^2$ ثم صل منبع الجهد ومقياس الأمبير على التسلسل مع السلك المستخدم، كما هو موضح في الشكل (1).
2- طبق فرق في الجهد مابين طرفي السلك المستخدم ابتداءً من القيمة $u = 0.1V$ صعوداً حتى القيمة $U = 1V$ بمعدل زيادة قدرها 0.1V في كل خطوة، كما هو مبين في الجدول (1).
3- راقب مقياس الأمبير وسجل شدة التيار، المار بين طرفي السلك المدروس، من أجل كل قيمة من قيم الجهد المطبق، ضع النتائج في الجدول (1).
4- احسب مقاومة السلك، باستخدام قانون أوم الأول $R(\Omega) = \frac{U(V)}{I(A)}$.
5- استبدل السلك بسلك أخر من الكونستنتان ذو قطر أصغر $d = 0.7mm$، والسطح $S = 0,4mm^2$ مع المحافظة على ترتيب توصيل الأجهزة ومجالات قياس الأجهزة، تماما كما في المرحلة السابقة.
6- طبق فرق في الجهد ما بين طرفي هذا السلك ابتداءً من القيمة $U = 0.2V$ حتى القيمة $U = 2V$ بمعدل زيادة في الجهد قدرها $U = 0.2V$ في كل خطوة، كما هو مبين في الجدول (1).
7- سجل شدة التيار المار بين طرفي هذا السلك، من أجل كل قيمة من قيم الجهد المطبق، في الجدول.
8- احسب مقاومة السلك، باستخدام قانون أوم الأول $R(\Omega) = \frac{U(V)}{I(A)}$.
9- استنتج تأثير تغير سطح مقطع السلك على المقاومة.

جدول (1): أسلاك من الكونستنتان

بأطوال متساوية $(\ell = 1m)$ ومقاطع مختلفة.

$d = 1mm$ $S = 0,8mm^2$				$d = 0,7mm$ $S = 0,4mm^2$			
$U(V)$	$I(A)$	$R(\Omega)$	$\overline{R(\Omega)}$	$U(V)$	$I(A)$	$R(\Omega)$	$\overline{R(\Omega)}$
0,1				0,2			
0,2				0,4			
0,3				0,6			
0,4				0,8			
0,5				1,0			
0,6				1,2			

10- قارن قيم $(\bar{R}(\Omega))$ في الجدول السابق، ماذا تستنتج؟

11-احسب الأخطاء المرتكبة في عملية قياس R بطريقة المتوسط الحسابي من أجل أحد السلكين السابقين.

12- أرسم على الورقة الميليمترية المرفقة تغيرات الجهد المطبق $U(V)$ بتابعية شدة التيار $I(A)$، لأحد السلكين السابقين، ثم احسب ميل الخط البياني مع ذكر واحدة قياسه، وماذا يمثل الميل.

ثانياً: تعيين مقاومة سلكين من الكونستنتان بمقاطع متساوية $(S = 0.4mm^2$ ،$d = 0,7mm)$ وأطوال مختلفة $(\ell = 2m,\ \ell = 1m)$ ، ثم استنتاج تأثير تغير طول السلك على المقاومة.

ملاحظة: تم حساب مقاومة سلك الكونستنتان، $(S = 0.4mm^2$ ،$d = 0,7mm,\ \ell = 1m)$، في الجزء الأول من التجربة، حيث تبين أن قيمتها الوسطية: $\bar{R} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$.

1- قم بوصل سلكي كونستنتان متطابقين $(d = 0.7mm\ ,S = 0.4mm^2)$، للحصول على سلك جديد بطول $\ell = 2m$.

2- طبق فرق في الجهد مابين طرفي السلك، حسب القيم الموجودة في الجدول (2)، ثم احسب شدة التيار المار بين طرفي هذا السلك.

3- احسب مقاومة السلك، باستخدام قانون أوم الأول $R(\Omega) = \frac{U(V)}{I(A)}$، ثم أحسب القيمة الوسطية $\bar{R}$.

4- استنتج تأثير تغير طول السلك على المقاومة.

جدول (2): أسلاك من الكونستنتان

بمقاطع متساوية $(d = 0,7mm, S = 0.4mm^2)$ وأطوال مختلفة.

$(\ell = 1m)$	$(\ell = 2m)$			
$\bar{R}(\Omega)$	$U(V)$	$I(A)$	$R(\Omega)$	$\bar{R}(\Omega)$
....	0,4			....
	0,8			
	1,2			
	1,6			
	2,0			
	2,4			

5- قارن قي $\bar{R}(\Omega)$ في الجدول السابق، ماذا تستنتج؟

<u>ثالثاً</u>: تعيين مقاومة سلكين أحدهما من الكونستنتان والآخر من النحاس الأصفر بمقاطع متساوية ($d = 0,5mm$، $S = 0.78mm^2$)

وأطوال متساوية ($\ell = 1m$)، ثم استنتاج تأثير تغير نوع السلك على المقاومة.

1- طبق فرق في الجهد بين طرفي سلك من الكونستنتان الذي قطره ($d = 0,5mm$)، وطوله ($\ell = 1m$)، وذلك حسب القيم المبينة في الجدول (3)، ثم سجل قيمة شدة التيار في الجدول.

2- احسب مقاومة السلك، باستخدام قانون أوم الأول $R(\Omega) = \frac{U(V)}{I(A)}$، ثم أحسب قيمة $\bar{R}(\Omega)$.

3- طبق فرق في الجهد بين طرفي سلك من النحاس الأصفر الذي قطره $d = 0,5mm$، وطوله $\ell = 1m$.

وذلك حسب القيم المبينة في الجدول (3)، ثم سجل قيمة شدة التيار في الجدول.

4- احسب مقاومة السلك، باستخدام قانون أوم الأول $R(\Omega) = \frac{U(V)}{I(A)}$، ثم أحسب قيمة $\bar{R}(\Omega)$.

5- استنتج تأثير تغير نوع السلك على المقاومة

جدول (3): سلك من النحاس الأصفر وسلك من الكونستنتان

بمقاطع متساوية ($d = 0,5mm$) وأطوال متساوية ($\ell = 1m$).

كونستنتان				نحاس أصفر			
$\overline{R(\Omega)}$	$R(\Omega)$	$I(A)$	$U(V)$	$\overline{R(\Omega)}$	$R(\Omega)$	$I(A)$	$U(V)$
			0,4				0,1
			0,8				0,2
			1,2				0,3
			1,6				0,4
			2,0				0,5

6- قارن قيم $\overline{R(\Omega)}$ في الجدول السابق، ماذا تستنتج؟

أجب على الأسئلة التالية:

1- ما هو القانون الذي يمكن استنتاجه من دراسة تأثير تغير كل من: المقاومة النوعية ρ، وطول السلك ℓ، ومساحة مقطع السلك S ، على مقاومة سلك R.

2- أحسب المقاومة النوعية ρ لسلك النحاس الأصفر الذي طوله $\ell = 1m$ ، ومساحة مقطعه ($S = 0.1964mm^2$) ، ومقاومته . ... $= R$، باستخدام القانون المناسب.

المقاومة النوعية لسلك من الكونستنتان وسلك من النحاس الأصفر،
بفرض أن أبعاد السلكين متساوية $(\mathbf{S = 0,2mm^2} \,\&\, l = \mathbf{1m})$.

مادة السلك	$\rho\left[\frac{\Omega.mm^2}{m}\right]$	
	تجريبياً	مرجعية
كونستنتان	0,510	0,490
نحاس أصفر	0,074	0,065