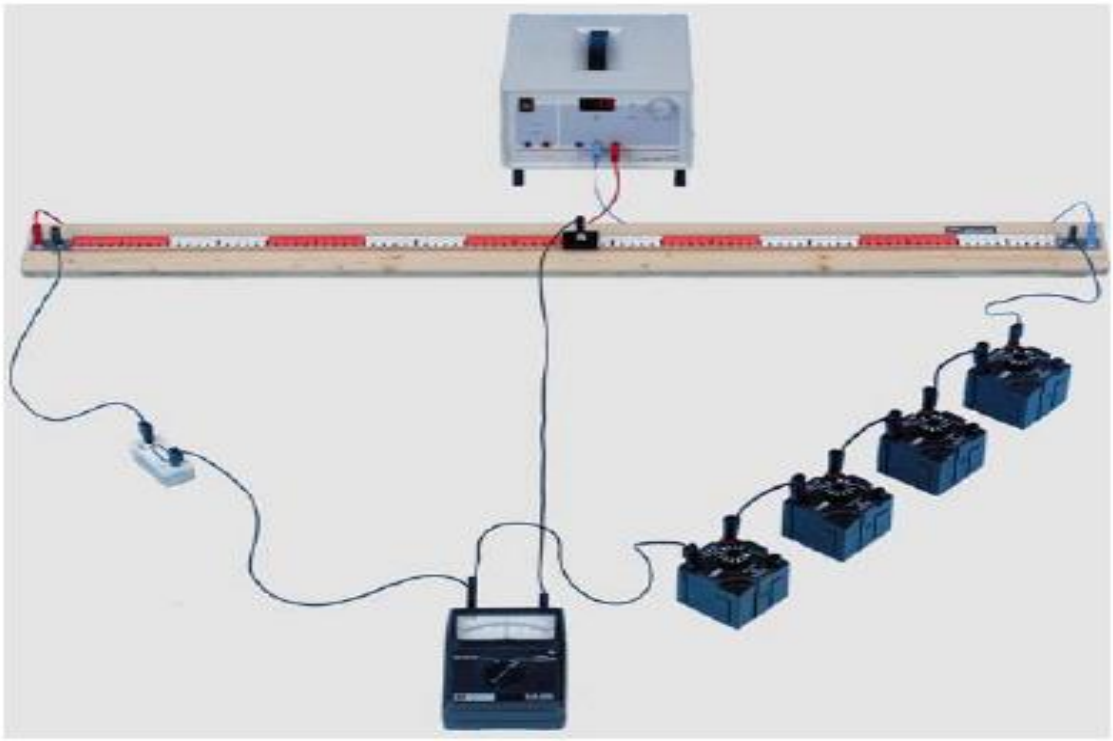
عملي فيزياء 1 " الروبوت والأنظمة الذكية " في مخبر الفيزياء



مدرسو القسم العملي: م. علي اسماعيل أ. ديانا قوجه أ. غادة جبور

مدرس القسم النظري : أ . محمود نوح

2021 – 2022 م

الفهرس

رقم التجربة	اسم التجربة	الصفحة
1	استخدام أدوات القياس The use of measuring tools	3
2	انعكاس الضوء على المرايا المستوية والمنحنية Study of Reflection of Light at Straight and curved mirrors	3
3	تحديد البعد المحرقي للعدسات المقربة باستخدام طريقة بيسيل Detrerming the focal lengths at collecting (convergent) lenses using Bessel's method	11
4	قياس مقاومة مجهولة بوساطة جسر وطسطن Determing a Resistor by Wheatstone bridge	21
5	تطبيق قانونا كيرشوف على الدارات الكهربائية Kirchhoff's circuit laws	29
6	دراسة شحن و تفريغ المكثفة Studying the charging and discharging of a capacitor	33
7	دراسة خصائص المتصل الثنائي (الديود) PN Studying the characteristics of PN junction diode	37
8	التقويم نصف الموجي Half-wave Rectification	43
9	التقويم الموجي الكامل Full-wave Rectification	46

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

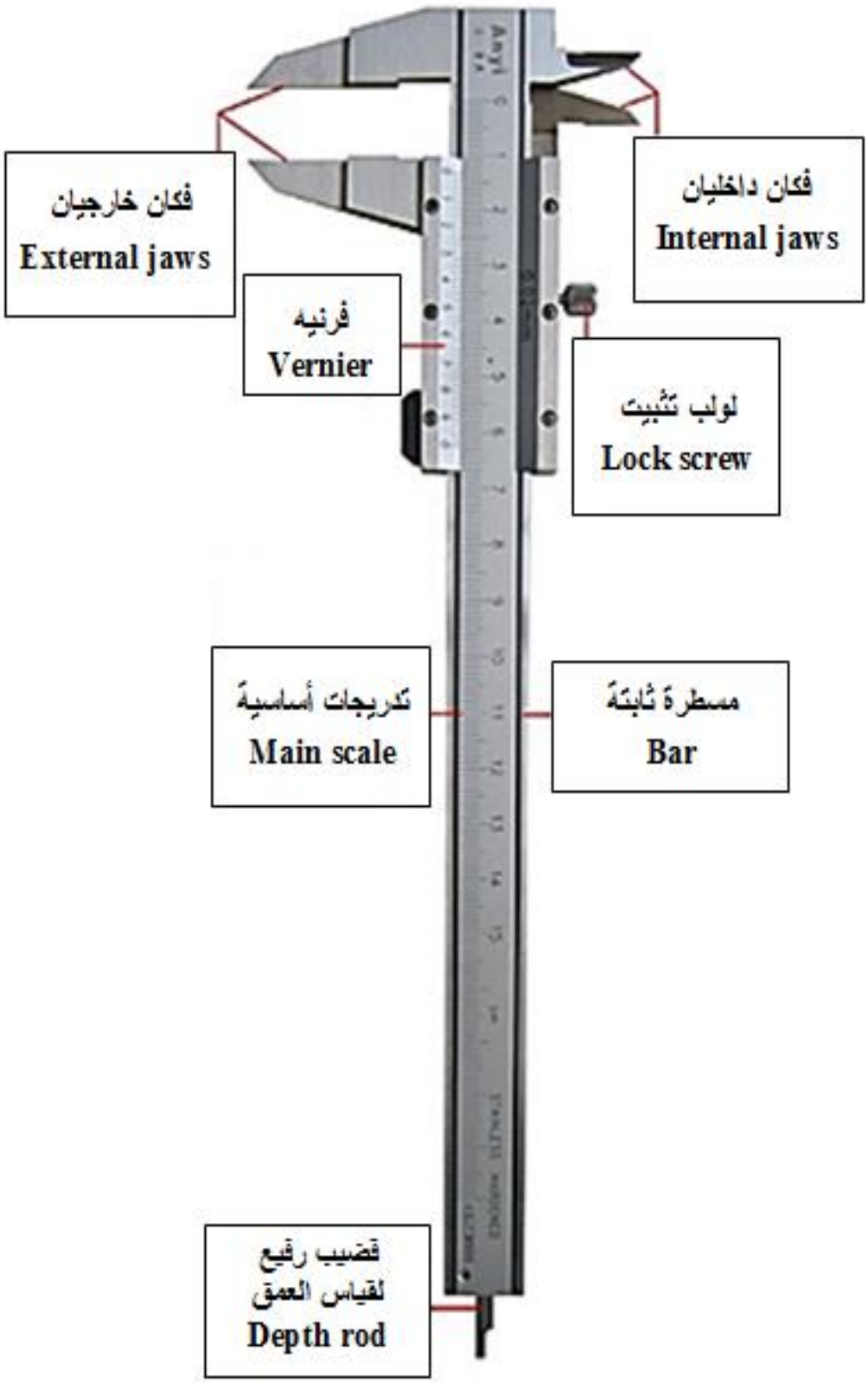
1- تعريفها:

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

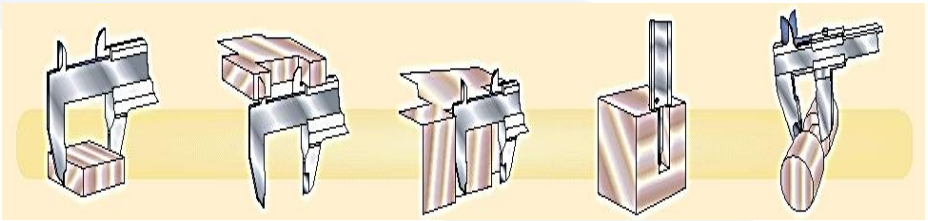
2- تركيبها:

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 القنويةّ وأجزاؤها.



قياس عنق قياس عمق قياس فك قياس داخلي قياس خارجي

شكل (2): استخدامات مختلفة للقدم القنوية.

3- دقتها:

تسمح القدم القنوية بقياسات دقيقة، تتغير دقتها بحسب نموذج الفرنيه المستخدمة. ويمكن أن تكون الفرنيه مُقسّة 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 الميليمتر، 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).

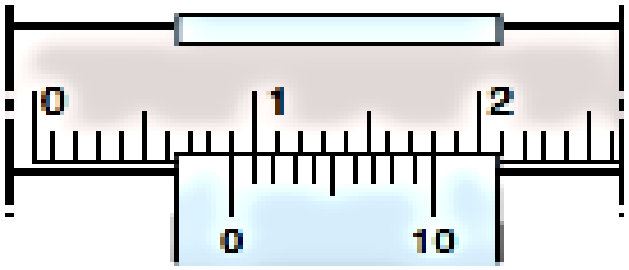
<u>ونميّز هنا حالتين:</u>

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.

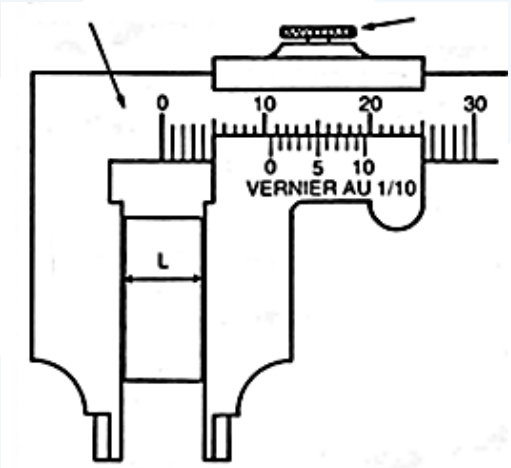
مثال: (فرنيه دقتها 1/10)

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: $(9mm)$.

لولب تثبيت مسطرة مدرجة بالـ mm



فرنيه دقتها ←

(1/10)

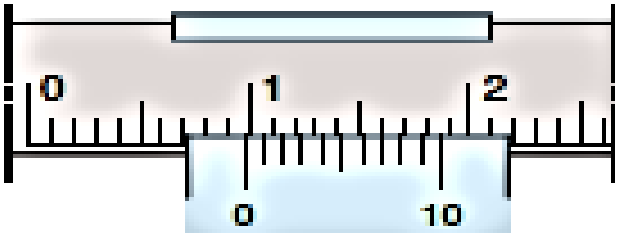
L

القطة المراد قياس طولها

شكل (4): قياس طول جسم L.

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:

$$(\boldsymbol{9mm + 0,7 = 9,7mm}).$$

مثال: (فرنيه دقتها 1/10)

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

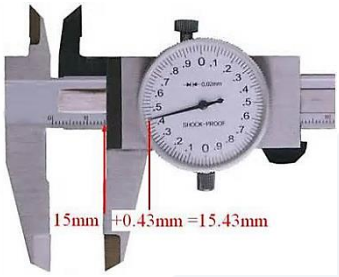
1- نقرأ القيمة الصحيحة التامة مقدرة بالميليمتر قبل صفر الفرنيه، فهي تساوي $(9mm)$.
2- نبحث عن تدريجة من تدريجات الفرنيه محاذية تماماً لتدريجة من تدريجات المسطرة ثابتة. تُشير كل تدريجة من تدريجات الفرنيه إلى عشر الميليمتر، ومنه فإن القيمة المقروءة تساوي: $(7 \times 0,1mm = 0,7mm)$.
3- الجواب: $(9mm + 0,7mm = 9,7mm)$.

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.

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

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



قدم قنوية ذات قرص مدرج

قدم قنوية رقمية Digital

شكل (7): نماذج للقدم القنوية.

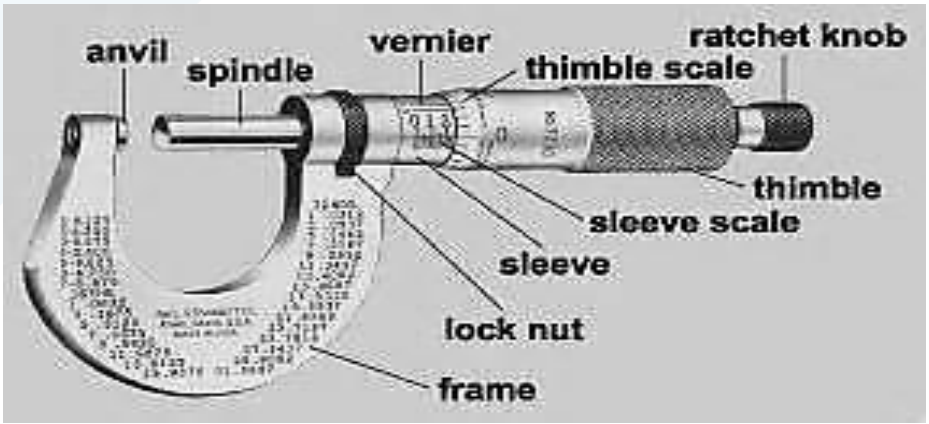
ثانياً – الدوارة اللولبية:

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

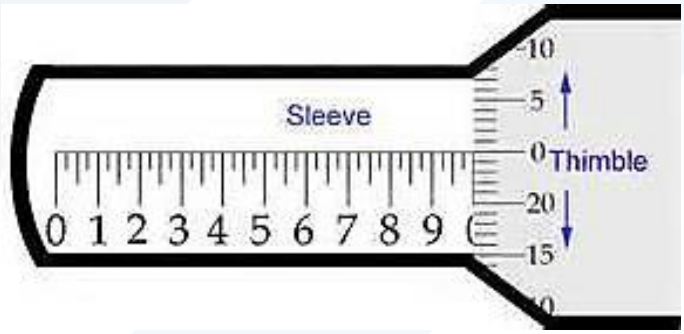


شكل (9): دوارة لولبية.

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

أسطوانة معدنية تحتوى محور مدرج – Sleeve scale ، أنبوب معدني قصير – Thimble، أنبوب معدني قصير مدرج – Thimble scale، مسكة (قبضة) – Ratchet knob، قاعدة – Frame، عزقة تثبيت – Lock nut.

ملاحظة هامة: إذا دار اللولب دورة كاملة انتقلت حالة الأسطوانة (Thimble) المحددة باتجاه تدريجات المسطرة مسافة تساوي عادة نصف ميليمتر (0,5mm) بحيث تعادل كل تدريجة من تدريجات الأسطوانة (1/n) من أصغر تدريجة على المسطرة الثابتة (Sleeve)، الشكل (10).



شكل (10): يوضح تدريجات الأسطوانة وتدريجات المسطرة.

إذا قُسّمت الأسطوانة (Thimble) إلى 50 تدريجاً $(n_1 = 50)$ وكانت كل دورة من دوراتها تعادل نصف 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 الأسطوانة (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:

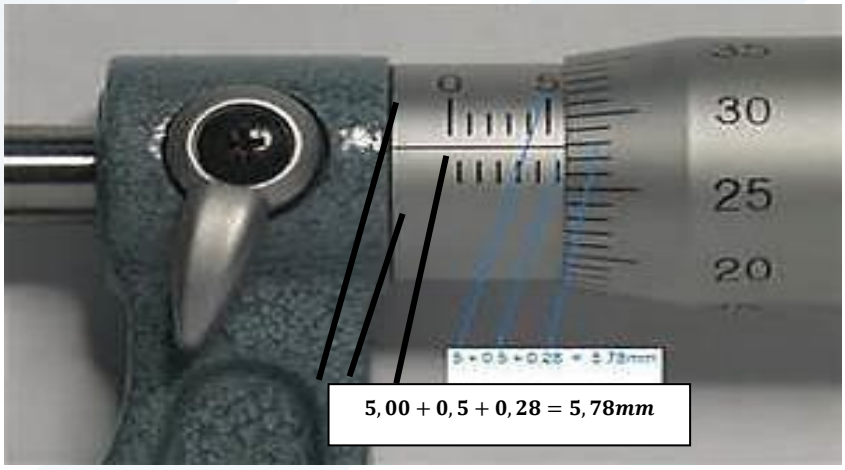
$$L = a + m \times \frac{1}{n}$$

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 اللوبية:

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

3 – الأجهزة والأدوات: Apparatus

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

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 بـ m. ثمَّ نضرب عدد هذه التدريجات أي m بـ $(\frac{1}{n} = \frac{1}{20} = 0.05mm)$، 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		$\Delta r_2 = \lvert\bar{r} - r_2\rvert$	

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

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

c) نطبق خواص اللوغاريتم:

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

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 وجدت.

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

$$\Delta h = 0.025 mm$$

$\frac{\Delta V}{V} =$ 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:

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

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. • تحديد البعد المحرقي الفعلي لمرآة مقعرة.	• Validation of the law of reflection at a planar mirror. • Determination of the focal length of a concave mirror. • Determination of the virtual focal length of a concave mirror.

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 انتشار 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:

$$\alpha = \beta \qquad (1)$$

(Angle of Incidence): α

(Angle of reflection): β

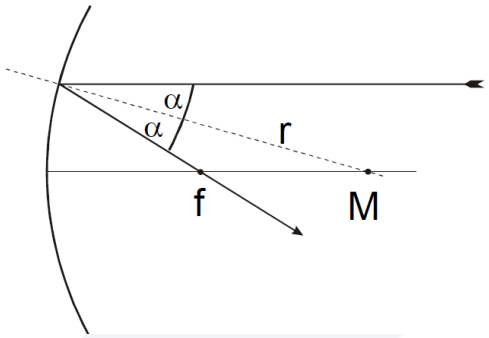
إن مسير الشعاع الضوئي المنعكس عن المرآة يكون شعاع عكسي (الشعاع الضوئي المنعكس هو شعاع معكوس).

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:

$$f = +\frac{r}{2} \qquad (2)$$

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).

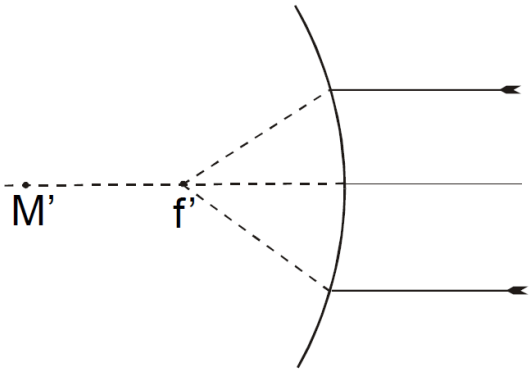
Figure (1): Reflection at a concave mirror, r radius of curvature, M center of curvature, f focal length.

إن الأشعة غير القريبة من المحور الرئيسي لن تجمع إلى المحرق (لا تمر في المحرق)، وإنما ستكون صورة منتشرة. وهذه الأشعة ستتقاطع بنقطة أخرى تقع بين المحرق f والسطح وتسمى (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:

$$f' = -\frac{r}{2} \qquad (3)$$

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.

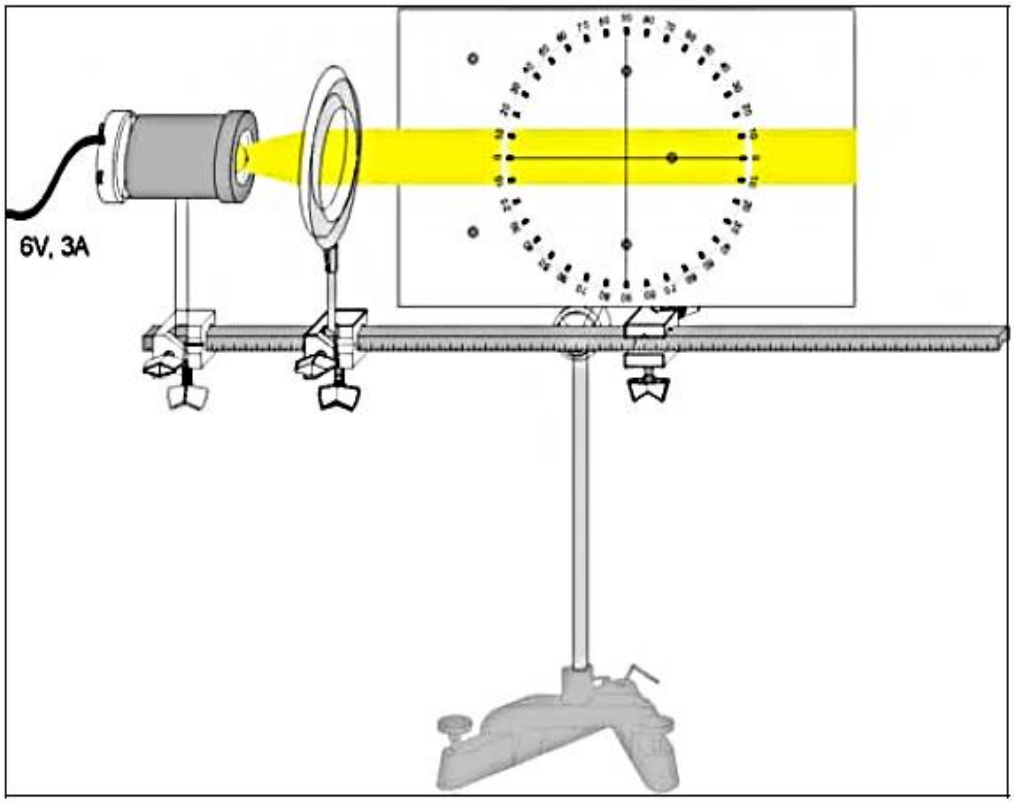
Figure (1): Reflection at a convex mirror, r radius of curvature, f' virtual focal length $M' = 2f$ center of curvature.

إن مسـار الشـعاع الضـوئي قبل وبعد الانعكاس يمكن أن يُدرس باسـتخدام الضـوء المرئي باسـتخدام قرص ضـوئي 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).

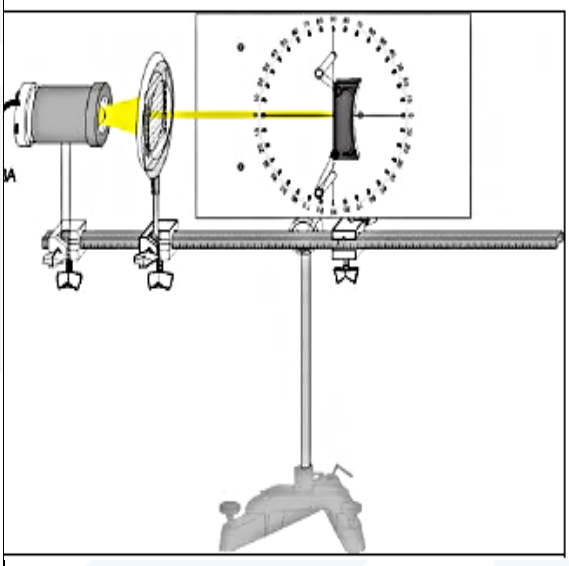
نُشغل إضاءة المنبع الضوئي (6V) لمعايرة الإضاءة على القرص الضوئي بشكل أفقي.

نقوم بمعايرة المسافة بين المنبع الضـوئي والعدسـات لتصبح الأشـعة متوازية على القرص الضـوئي، وذلك لتسـاعدنا على اختيار المسافة بين القرص الضوئي والعدسة حيث بالإمكان تدوير القرص الضوئي كما هو موضح في الشكل (5).



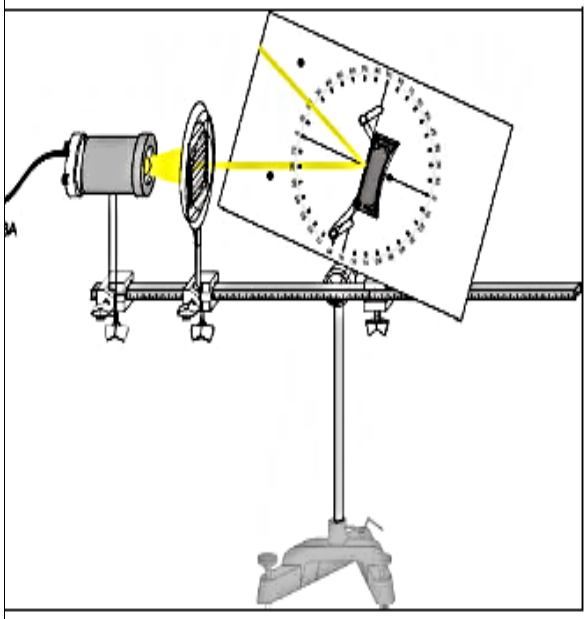
الشكل (3): إعداد تجربة انعكاس الشعاع الضوئي لمرآة على قرص ضوئي.

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 أو للوضع $\alpha = \beta = 0$

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 أو للوضع $\alpha \neq \beta$

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

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

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

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؟

زاوية الورود بالدرجة α				
زاوية الانعكاس بالدرجة β				

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

1- أسقط ثلاث أشعة ضوئية على المرأة 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):

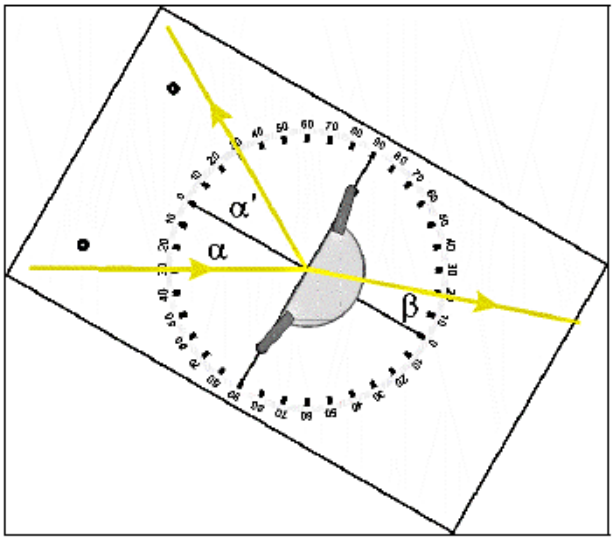


Fig. 1: Schematic representation of refraction and reflection of a light beam at a object with a plane surface (see equation (I)).

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

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؟

1- 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 الانعكاس، والانكسار للشعاع الضوئي في الجدول.

2- 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 الانكسار المطلقة للوسط الأول الهواء وتساوي الواحد.

n_2: قرينة الانكسار المطلقة للوسط الثاني أي الوسط الشفاف.

n_{21} : قرينة الانكسار النسبية، والتي تمثل قرينة انكسار الوسط الثاني (وسط الانكسار) بالنسبة إلى قرينة انكسار 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						

3- أحسب الأخطاء المرتكبة في قياس قرينة الانكسار n بطريقة المتوسط الحسابي.

a) **حساب $\bar{n}$ أي المتوسط الحسابي لـ n:**

$$\bar{n} = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5}{5}$$

b) **حساب الخطاء المطلق المرتكب في القياس من العلاقة $\Delta n = |\bar{n} - n|$ كما يلي:**

الخطأ المطلق المرتكب بـ أول عملية قياس Δn_1: $\Delta n_1 = |\bar{n} - n_1|$

الخطأ المطلق المرتكب بـ ثاني عملية قياس Δn_2: $\Delta n_2 = |\bar{n} - n_2|$

الخطأ المطلق المرتكب بـ ثالث عملية قياس Δn_3: $\Delta n_3 = |\bar{n} - n_3|$

الخطأ المطلق المرتكب بـ رابع عملية قياس Δn_4: $\Delta n_4 = |\bar{n} - n_4|$

الخطأ المطلق المرتكب بـ خامس عملية قياس Δn_5: $\Delta n_5 = |\bar{n} - n_5|$

c) **حساب المتوسط الحسابي للخطأ المطلق $\overline{\Delta n}$:** $\overline{\Delta n} = \frac{\Delta n_1 + \Delta n_2 + \Delta n_3 + \Delta n_4 + \Delta n_5}{n}$

d) **حساب الخطأ النسبي $\frac{\overline{\Delta n}}{\bar{n}}$:**

e) **حساب الخطأ النسبي المئوي $\frac{\overline{\Delta n}}{\bar{n}}$ % :**

f) **حساب القيمة الحقيقية أي $(\bar{n} \pm \overline{\Delta n})$:**

4- ارسم المنحني البياني الذي يعبر عن تغيرات $sin\alpha = f(sin\beta)$، احسب 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، عبّر عنها بالعلاقات الرياضية المناسبة.

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

10- اقترح خطوات إضافية تغني التجربة

التجربة الثالثة :

تحديد البعد المحرقي للعدسات المقربة باستخدام طريقة بيسيل

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

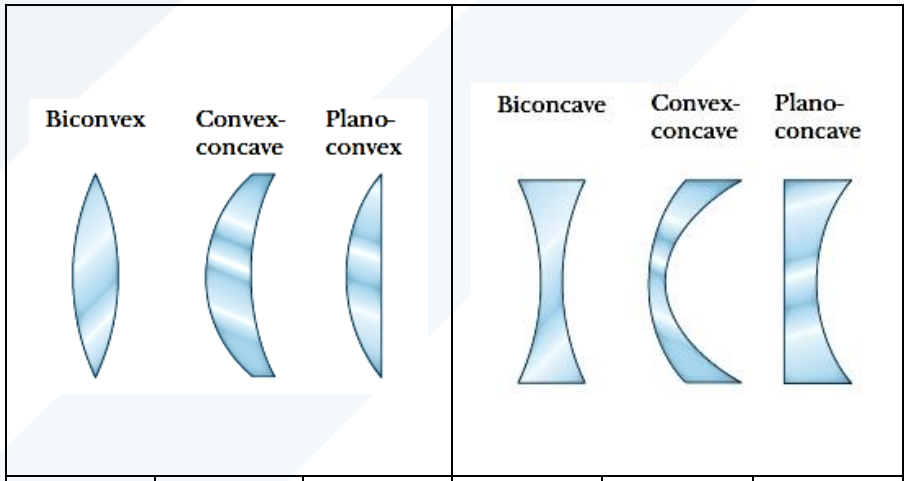
1– أهداف التجربة: Objects of the Experiment

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

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 وجهيها.

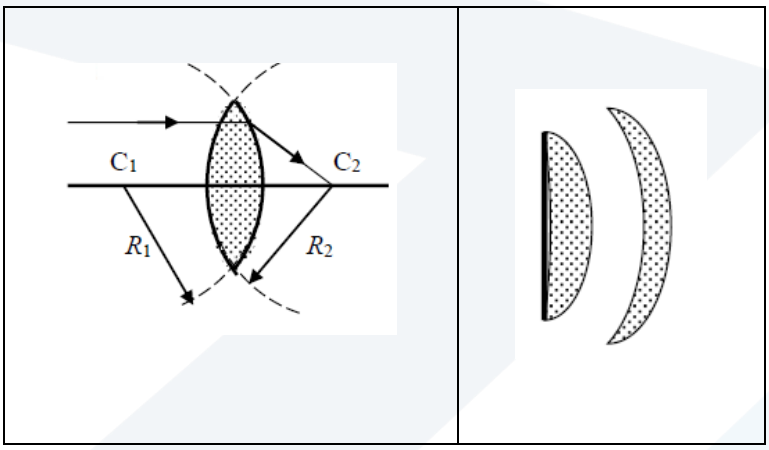


الشكل (1): يوضح أشكال العدسات الموجودة وفقاً لشكل سطحي وجهيها.

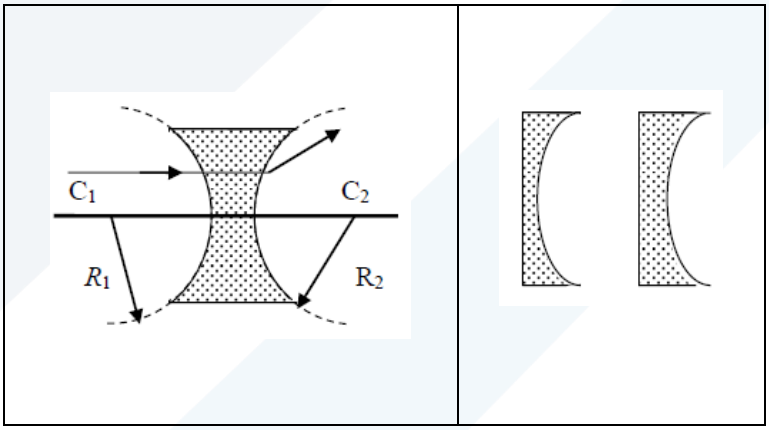
والعدسات على نوعين:

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 عليها بعيداً عن محورها الأصلي أو الرئيسي، انظر الشكل (3).

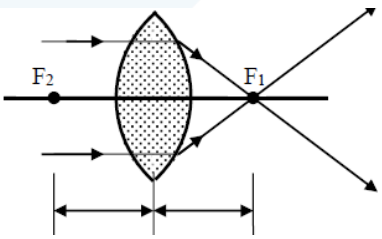


الشكل (2): عدسة مقربة.

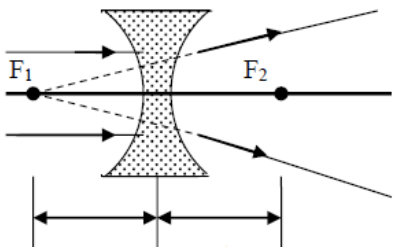


الشكل (3): عدسة مبعدة.

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).



a عدسة مقربة



b عدسة مبعدة

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.

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

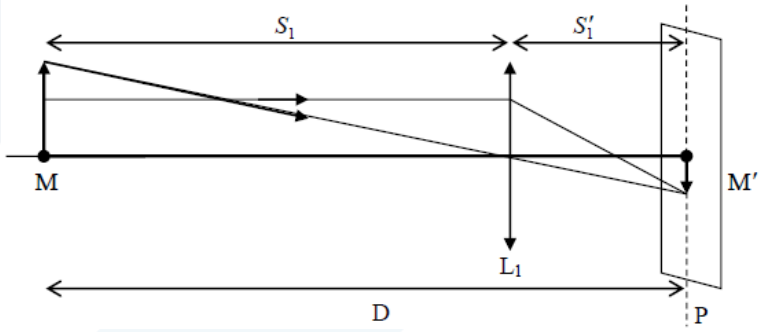
إن البعد المحرقي يتوقف على ما يلي:

1- نصفي قطر التكور أو الانحناء R_2 وR_2 لكل من سطحيها، كما هو مبين في الشكل (2) و (3).

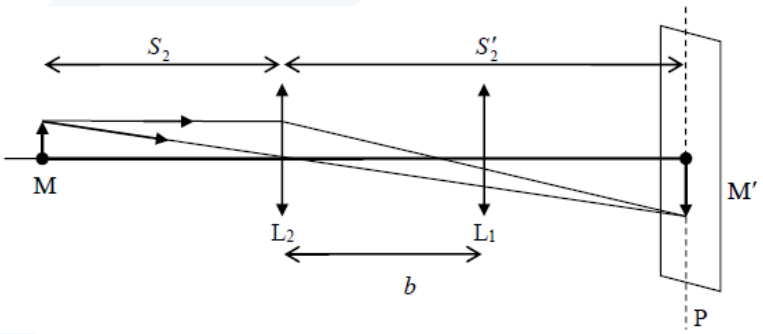
2- قرينة انكسار العدسة n بالنسبة للهواء.

قانون العدسات:

هو علاقة رياضية تربط بين بعد الجسم المضيء وبعد خياله عن العدسة، وبين البعد المحرقي للعدسة. فإذا وضعت عدسة مقربة بين الجسم M والحاجز (الشاشة) P، وكان البعد بينهما كافياً، يكون للجسم على الحاجز P من أجل موضعٍ أو وضعٍ معين L_1، خيالٌ مصغرٌ تكون له في موضعٍ آخر L_2 خيال مكبر، كما هو مبين في الشكلين (5A) و (5B).



A خيال مصغر



B خيال مكبر

الشكل (5): آلية استنتاج قانون العدسات.

لنرمز للمسافة الفاصلة بين الجسم M والحاجز P بالرمز D، وللمسافة بين موضعي العدسة L_1 و L_2 بالرمز b. ليكن S_1 و S_1' بعدي كل من الجسم والخيال عن العدسة في الوضع الأول (خيال مصغَّر)، و S_2 و S_2' بعديهما عن العدسة في الوضع الثاني (خيال مكبَّر). عندما يتشكل للجسم M خيال M' في عدسة مقربة، ونعكس جهة الأشعة الواردة، نجد حسب مبدأ رجوع الضوء، أنه إذا وضعنا في M' جسماً فإن خياله سيتشكل في M. نقول عن النقطتين M

و M' إنهما مترافقتان، أي أن إحداهما خيال للأخرى. وبناءً عليه، يكون بعد العدسة عن الحاجز (الشاشة) في الوضع L_1 يساوي بعد الجسم عن العدسة في الوضع L_2. وبالتالي، يمكننا أن نكتب العلاقتين التاليتين:

$$S_2 = S_1' \quad \& \quad S_1 = S_2'$$

ومن الشكل (5) يمكننا أن نكتب:

$$D = S_1 + S_1' = S_2 + S_2'$$

وكذلك:

$$b = S_1 - S_1' = S_2' - S_2$$

وبجمع العلاقتين الأخيرتين طرفاً إلى طرف نجد أن:

$$S_1 = \frac{D + b}{2}$$

وبطرحهما تنتج العلاقة التالية:

$$S_1' = \frac{D - b}{2}$$

وبتطبيق قانون العدسات الرقيقة (قانون غوص)، نحصل على العلاقة التالية:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_1'} \qquad (1)$$

تُعتبر العلاقة (1) صالحة من أجل العدسات المبعدة أيضاً، إلا أن البعد المحرقي في هذه الحالة، يكون سالباً لأن محرق العدسة المبعدة وهمي. ولكن إذا كان أحد سطحي العدسة محدباً والآخر مقعراً، فإننا نطبق القانون الآتي بدلاً من العلاقة أو القانون المعطى بالعلاقة (1):

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \qquad (2)$$

حيث R_1 نصف قطر انحناء الوجه المحدب، و R_2 نصف قطر انحناء الوجه المقعر، و n قرينة انكسار العدسة بالنسبة للهواء.

عندما يكون أحد سطحي العدسة المقربة مستوياً، فإن $R_2 \to \infty$ (أي أن $(1/R \to 0)$). وبالتالي تؤول العلاقة (2) إلى الشكل التالي:

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R}\right) \qquad (3)$$

حيث R نصف قطر الوجه المحدب للعدسة.

بالعودة إلى العلاقة (1) واعتبار أن كلاً من S_1 و S_1' مقدار موجب، وكذلك كلاً من الجسم والخيال حقيقي، نجد:

$$f = \left(\frac{D^2 - b^2}{4D}\right) \qquad (4)$$

ملاحظة:

لا يمكن للعدسة المقربة ذات البعد المحرقي f أن تشكل للجسم خيالاً على الحاجز (الشاشة) P، إلا إذا كانت المسافة D أكبر من أربعة أمثال البعد المحرقي، أي أن $D \geq 4f$. ويتبين ذلك من خلال التعويض عن المقدار S' بالمقدار $(D - S)$ من قانون العدسات، العلاقة (1)، حيث نجد أن:

$$S^2 - D.S + D.f = 0$$

وهي معادلة جبرية من الدرجة الثانية لها حلان من الشكل:

$$S = \frac{1}{2} \pm \sqrt{D^2 - 4D.f}$$

فإذا كان المقدار الواقع تحت إشـــارة الجذر التربيعي (جذر المميز: $\sqrt{\Delta} = \sqrt{D^2 - 4D.f}$) موجباً، كان للعدســة وضعيتان يكون للجسم عندهما خيال حقيقي. ولكي يكون المميز موجباً لا بد من أن تتحقق المتراجحة التالية:

$$D^2 - 4D.f \geq 0$$

وبالتالي فإن $D \geq 4f$. وفي حالة المساواة، تنطبق إحدى وضعيتي العدسة على الأخرى، ويمكن التأكد من ذلك بالعودة إلى العلاقة (4).

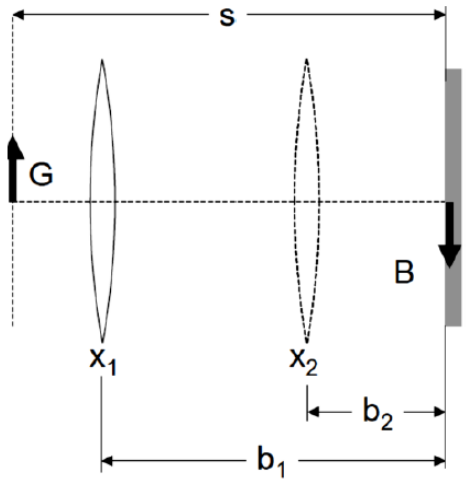
3 – الأجهزة والأدوات: Equipment

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

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.

ملاحظة هامة:

لا يمكن للعدسة المقربة ذات البعد المحرقي f أن تشكل للجسم خيالاً على الحاجز (الشاشة) P، إلا إذا كانت المسافة S أكبر من أربعة أمثال البعد المحرقي للعدسة المستخدمة، أي أن $S \geq 4f$.

(1) ضع العدسة التي بعدها المحرقي $f = +50\ mm = +5\ cm$ 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) احسب الفرق ما بين البعدين السابقين $(b_1 - b_2) = (x_1 - x_2) = \Delta$.

(7) قس المسافة ما بين الجسم المضيء والشاشة الشفافة S.

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

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

(9) أعد التجربة، وسجل النتائج في الجدول المرفق.

(10) كرر التجربة من أجل العدسة التي بعدها المحرقي $f = +100\ mm = +10\ cm$

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

(12) ماذا تستنتج من التجربة؟ ناقش النتائج.

تنفيذ التجربة وآلية كتابة النتائج

أولاً: تعيين البعد المحرقي للعدسة $f = +50\ mm$ (تجريبيا)

1- نضع العدسة التي بعدها المحرقي $f = +50\ mm$ في الوسط بين حامل المصباح والشاشة الشفافة، كما هو موضح في الشكل (1).

2- نضع الشاشة الشفافة على مسافة S عن الجسم المضيء، بحيث يتحقق الشرط $S \geq 4f$ أي

$$S \geq 4(50\ mm) \geq 200\ mm \geq 20\ cm$$

ملاحظة: عند حساب قيمة البعد المحرقي للعدسة المستخدمة تجريبيا باستخدام طريقة بسيل من العلاقة (1)، فإن واحدتها تكون بـ cm حول هذه القيمة إلى الـ mm ومن ثم سجل القيمة في الجدول المرفق.

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

- حساب الأخطاء المرتكبة في قياس البعد المحرقي للعدسة الأولى $f = +50\ mm$ بطريقة المتوسط الحسابي.

a) حساب $\overline{f_{exp}}$ أي المتوسط الحسابي لـ f_{exp}:

$$\overline{f_{exp}} = \frac{f_{exp} + f'_{exp}}{2}$$

b) حساب الخطاء المطلق المرتكب في قياس البعد المحرقي من العلاقة

$$\Delta f_{exp} = |\overline{f_{exp}} - f_{exp}|$$

الخطأ المطلق المرتكب بـ أول عملية قياس Δf_{exp}: $\Delta f_{exp} = |\overline{f_{exp}} - f_{exp}|$

الخطأ المطلق المرتكب بـ ثاني عملية قياس $\Delta \grave{f}_{exp}$: $\Delta f'_{exp} = |\overline{f_{exp}} - f'_{exp}|$

c) حساب المتوسط الحسابي للخطأ المطلق $\overline{\Delta f_{exp}}$:

d) حساب الخطأ النسبي $\frac{\overline{\Delta f_{exp}}}{\overline{f_{exp}}}$:

e) حساب الخطأ النسبي المئوي $\frac{\overline{\Delta f_{exp}}}{\overline{f_{exp}}}$ %:

f) حساب القيمة الحقيقية أي ..... $(\overline{f_{exp}} \pm \overline{\Delta f_{exp}})$:

ثانياً: تعيين البعد المحرق للعدسة $f = +100\ mm$ (تجريبياً)

(1) نضع العدسة التي بعدها المحرق $f = +100\ mm$ في الوسط بين حامل المصباح والشاشة الشفافة، كما هو موضح في الشكل (1).

(2) نضع الشاشة الشفافة على مسافة S عن الجسم المضيء، بحيث يتحقق الشرط $S \geq 4f$ أي

$$S \geq 4(100\ mm) \geq 400\ mm \geq 40\ cm$$

ملاحظة: عند حساب قيمة البعد المحرق للعدسة المستخدمة تجريبيا باستخدام طريقة بيسيل من العلاقة (1)، فإن واحدتها تكون بـ cm حول هذه القيمة إلى الـ mm ومن ثم سجل القيمة في الجدول المرفق.

f (mm) البعد المحرق للعدسة	x_1 (cm)	x_2 (cm)	$\Delta = x_1 - x_2$ (cm)	S (cm)	f_{exp} (mm) تجريبياً من العلاقة النظرية	$\overline{f_{exp}}$ (mm)
f=+100					$f_{exp} =$	
$f' $=+100					$f'_{exp} =$	

- **احسب الأخطاء المرتكبة في قياس البعد المحرق للعدسة الأولى $f = +100mm$ بطريقة المتوسط الحسابي.**

سؤال (1): حدد أهداف التجربة، ومن ثم عرف العدسة، وأذكر نوع العدسة المستخدمة في التجربة.

سؤال (2): وضح الفرق بين المحرق، والبعد المحرق .

سؤال (3): بيّن باختصار آلية تحديد البعد المحرق لعدسات مقربة باستخدام طريقة بِسل، ثم أذكر شرط تشكل الخيال للجسم الموضوع أمام العدسة .

ثالثاً : ارسم شكلاً يمثل التجربة بمقياس رسم محدد

رابعاً: اقترح خطوات إضافية تغني التجربة

التجربة الرابعة :

قياس مقاومة مجهولة بوساطة جسر وطسطن

Determing a Resistor by Wheatstone bridge

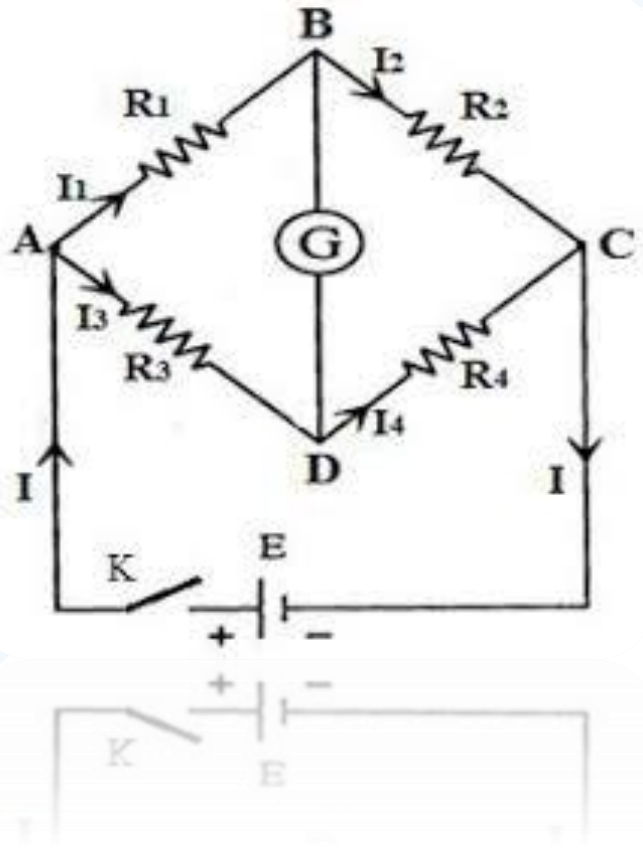
1 – أهداف التجربة: Objects of the Experiment

(1) قياس مقاومات مجهولة باستخدام جسر وطسطن.

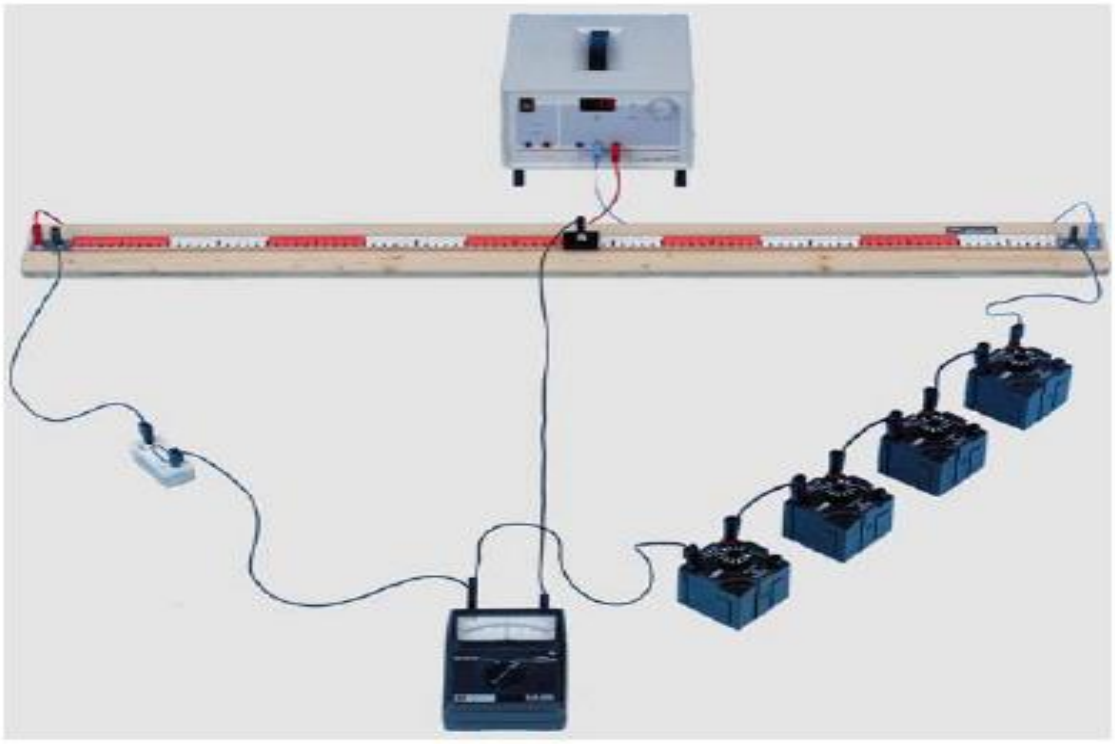
(2) التحقق من قوانين وصل مقاومات على التسلسل وعلى التفرع، تجريبياً وعمليا.

2- مفاهيم أساسية: Principles

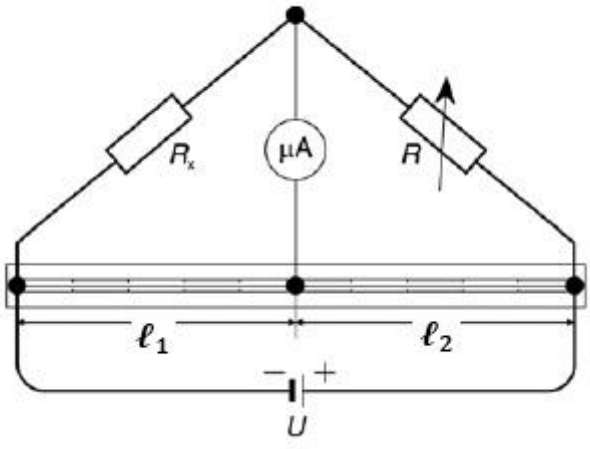
يُعتبر جسر وطسطن أكثر الأجهزة استخداماً لقياس المقاومات، وهو يتألف من دارة كهربائية (A, B, C, D) تحوي أربع مقاومات، الشكل (1). ثلاث منها معلومة (R_1, R_2, R_3) أما الرابعة (R_x) فهي المقاومة المجهولة المُراد قياسها.



الشكل (1): مخطط دارة وطسطون، لقياس قيمة مقاومة مجهولة R_x.



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 وC 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 بـ قيمتها 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 استنتاج المقاومة الثالثة المجهولة (R_x)، وذلك في حال توازن الجسر. يمكن للسهولة استخدام علبة مقاومات عيارية R_{variable} متغيرة ومعلومة.

4 – 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.

5– خطوات العمل: Carrying out the experiment

أولاً: قياس مقاومات مجهولة باستخدام جسر وطسطن.

يُبيّن الشكل (3) الدارة المستخدمة في القياسات التجريبية.

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

تنفيذ التجربة وآلية كتابة النتائج

أولاً: أكمل الجدول التالي بعد قراءة خطوات العمل بتمعن.

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

ثانياً- حساب الأخطاء المرتكبة في قياس المقاومة المجهولة R_x بطريقة المتوسط الحسابي:

a) حساب $\overline{R_x}$ أي المتوسط الحسابي لـ R_x: $\overline{R_x} = \frac{R_{x1}+R_{x2}+R_{x3}+R_{x4}+R_{x5}}{5}$

b) حساب الخطاء المطلق المرتكب في القياس من العلاقة $\Delta R_x = |\overline{R_x} - R_x|$ كما يلي:

c) حساب المتوسط الحسابي للخطأ المطلق $\overline{\Delta R_x}$:

$$\overline{\Delta R_x} = \frac{\Delta R_{x1} + \Delta R_{x2} + \Delta R_{x3} + \Delta R_{x4} + \Delta R_{x5}}{5} = \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\quad)$$

d) حساب الخطأ النسبي $\frac{\overline{\Delta R_x}}{\overline{R_x}}$:

e) حساب الخطأ النسبي المئوي $\%$ $\frac{\overline{\Delta R_x}}{\overline{R_x}}$:

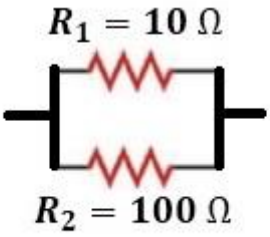
f) حساب القيمة الحقيقية أي ..... $(\overline{R_x} \pm \overline{\Delta R_x})$:

ثانياً – التحقق من وصل المقاومات على التسلسل وعلى التفرع. نظرياً وتجريبياً(عملياً) باستخدام الجسر.

سؤال 1: عند وصل مقاومتين R_1 ، R_2 على التسلسل كما هو مبين بالشكل (1)، كيف نوجد نظرياً قيمة المقاومة المكافئة لهما أي R ؟ وتحقق منها تجريبياً

$R = R_1 + R_2$ $R = \ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots$ $= \ldots\ldots\ldots \Omega$	$R_1 = 10\ \Omega \qquad R_2 = 100\ \Omega$ الشكل (1): يبين وصل مقاومتين على التسلسل

سؤال 2: عند وصل مقاومتين R_1 ، R_2 على التفرع كما هو مبين بالشكل (2)، كيف نوجد نظرياً قيمة المقاومة المكافئة لهما أي R ؟ وتحقق منها تجريبياً



الشكل (2): يبين وصل مقاومتين على التفرع.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \rightarrow \frac{1}{R} = \frac{R_2 + R_1}{R_2 . R_1}$$

$$R = \frac{R_1 \, . \, R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\ldots\ldots \times \ldots\ldots}{\ldots\ldots + \ldots\ldots} = \ldots\ldots \Omega$$

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

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

سؤال (5): اقترح خطوات إضافية تغني التجربة

التجربة الخامسة :

تطبيق قانونا كيرشوف على الدارات الكهربائية

Kirchhoff's circuit laws

1–أهداف التجربة: Objects of the Experiment

- التحقق من قانون كيرشوف الأول.	- Verifying the first Kirchhoff's law.
- التحقق من قانون كيرشوف الثاني.	- Verifying the second Kirchhoff's law.

2- مفاهيم أساسية: Principles

قانونا كيرشوف

الشبكة: مجموعة من المقاومات والمولدات والآخذات موصولة ببعضها البعض.

العقدة: ملتقى تيارين كهربائيين أو أكثر.

الفرع: المحل الهندسي لعقدتين متتاليتين.

الحلقة: مجموعة من الأفرع.

قانون العقد (قانون انحفاظ التيار الكهربائي)

ينص هذا القانون على أن المجموع الجبري للتيارات المتلاقية في العقدة من الشبكة يساوي الصفر.

$$\sum I = 0 \quad (1)$$

نصطلح على كون التيارات الداخلة إلى العقدة موجبة, بينما الخارجة منها سالبة.

ملاحظة: لا يمكن تخزين التيار الكهربائي, فالتيار الذي يدخل إلى العقدة يساوي التيار الخارج منها.

قانون الحلقات (قانون انحفاظ القوة المحركة الكهربائية)

ينص على أن مجموع القوى المحركة الكهربائية في اي دارة كهربائية يساوي مجموع المقاومات الداخلية والخارجية في هذه الدارة مضروبة بشدة التيار.

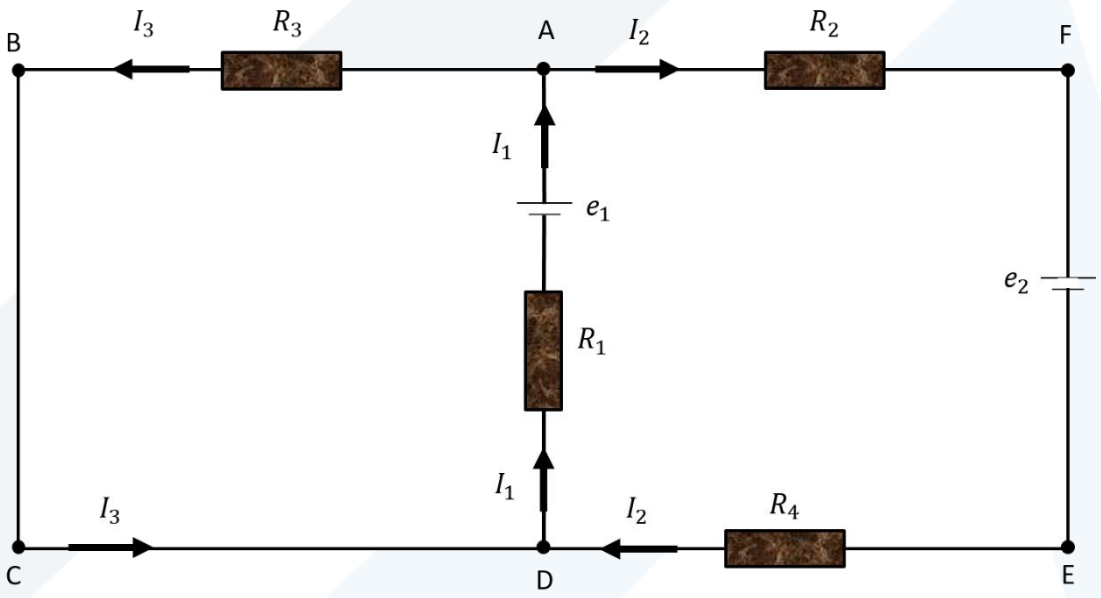
$$\sum e_x = \sum (R + r) \cdot I_x \quad (2)$$

3- الأدوات المستخدمة

منبعي جهد, 4 مقاومات مختلفة, مقياس فولت - أمبير, لوح توصيل وأسلاك.

4- خطوات العمل: Carrying out the experiment

يُبيّن الشكل (2) الدارة المستخدمة في هذه التجربة



الشكل (2): الدارة المستخدمة في تجربة قانونا كيرشوف.

1- طبق قانون كيرشوف الأول على العقدة A.

2- طبق قانون كيرشوف الثاني على الحلقة ABCD ومن ثم على الحلقة ADEF. ملاحظة: افرض الجهة الموجبة هي جهة الدوران مع عقارب الساعة.

3- إذا علمت أن $e_1 = 5\ V$ و $e_2 = 2\ V$ وأن $R_1 = 330\ \Omega$, $R_2 = 460\ \Omega$, $R_3 = 1\ k\Omega$, $R_4 = 220\ \Omega$, احسب I_1, I_2 و I_3.

4- احسب V_{R_1}, V_{R_2}, V_{R_3}, V_{R_4}

5- املأ الجدول بالنتائج التي حصلت عليها

	I(mA)	V(Volt)
R_1		
R_2		
R_3		
R_4		

6- طبق قوة محركة كهربائية $e_1 = 5\ V$ و $e_2 = 2\ V$ وباستخدام مقياس ال Avometer قس التيارات والجهود في الدارة. قارن القيم النظرية مع التجريبية.

7- أكمل ملء الجدول السابق بالنتائج العملية التي حصلت عليها

	نظرياً		تجريبياً	
	I(mA)	V(Volt)	I(mA)	V(Volt)
R_1				
R_2				
R_3				
R_4				

8- اقترح خطوات إضافية تغني التجربة

التجربة الخامسة:

دراسة شحن وتفريغ مكثفة

Studying the charging and discharging of a capacitor

1–أهداف التجربة: Objects of the Experiment

1- دراسة شحن وتفريغ مكثفة عبر مقاومة.	- Studing the charging and discharging of a capacitor through resistor.
2- حساب الثابت الزمني للشحن والتفريغ.	- Determing the time constants.
3- رسم الخط البياني لشحن وتفريغ المكثفة.	- Draw the curve of charging and discharging of a capacitor.

2- مفاهيم أساسية: Principles

أولاً: شحن مكثفة عبر مقاومة: charging of a capacitor through resistor

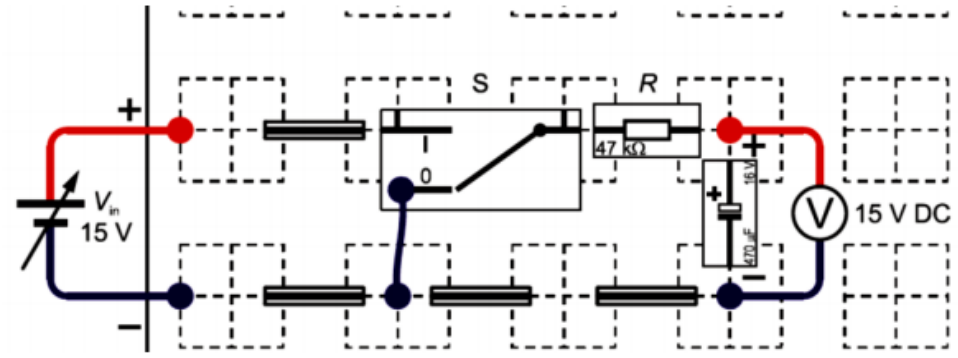
عندما نشحن مكثفة سعتها C عبر مقاومة R، بوساطة منبع للتيار مستمر فرق الكمون بين طرفيه V، فإنه بعد فترة من الزمن تابعة للجداء RC المسمى بـ(ثابت الزمن)، تكتسب هذه المكثفة شحنة كهربائية قدرها Q تُحقق العلاقة الآتية:

$$Q = C.V \qquad (1)$$

وخلال الشحن يمر تيار كهربائي شدته i تُعطى بالعلاقة الآتية:

$$i = \frac{dq}{dt} \qquad (2)$$

لنوصل الدارة المعطاة في الشكل (1)، ولنعتبر بدء الزمن لحظة وضع القاطعة على وضع الشحن، أي الوضع (1)، فيمر تيار شدته i ، وبتطبيق القانون الثاني لكيرشوف (قانون الشبكات /الحلقات/) نحصل على المعادلة التالية:



الشكل (1): الدارة المستخدمة بالتجربة.

$$V = Ri + \frac{q}{c} \quad (3)$$

وتُكتب هذه المعادلة على الشكل التالي:

$$R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{c} = V \quad (4)$$

نحصل بذلك على معادلة تفاضلية حلها من الشكل:

$$q = Q\left[1 - e^{-t/RC}\right] \quad (5)$$

وهكذا نحصل على شحنة المكثفة q بتابعية الزمن.

أما شدة التيار المار بالدارة فيُحسب من العلاقة التالية:

$$i = \frac{V}{R}e^{-t/RC} \quad (6)$$

ويُحسب فرق الجهد V_c بين طرفي المكثفة بالعلاقة التالية:

$$V_c = \frac{q}{c} = V\left[1 - e^{-t/RC}\right] \quad (7)$$

نُسمي المقدار RC بالثابت الزمن السعوي، ونرمز له بـ τ :

$$\tau = RC \quad (8)$$

وهو عبارة عن الزمن اللازم لنقص الشحنة بمقدار (1/e).

ثانياً: تفريغ مكثفة عبر مقاومة: discharging of a capacitor through resistor

بعد أن يتم شحن المكثفة ننقل القاطعة إلى الوضع 0 فنعزل منبع التغذية عن المكثفة وتقوم المكثفة بدور المولد فتفرغ شحنتها عبر المقاومة فيمر فيها تيار i ، ونحصل بتطبيق قانون كيرشوف الثاني على العلاقة التالية:

$$Ri + \frac{q}{c} = 0 \quad (9)$$

ونحصل أيضاً على معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى، ويُعطي حلها شحنة المكثفة بتابعية الزمن:

$$q = Qe^{-t/RC} \quad (10)$$

وفرق الجهد بين طرفي المكثفة يُعطى بالعلاقة:

$$V_c = Ve^{-t/RC} \quad (11)$$

وشدة التيار المار فيها:

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{V}{R}e^{-t/RC} = \frac{V}{R}e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (12)$$

3 – الأجهزة والأدوات: Equipment

عناصر الدارة: 1- لوحة لوضع العناصر	**Circuit Components:**

1- Plug-in board 2- STE resistor, $47\ k\Omega$ 3- STE capactor, $470\ \mu F$ 4- STE changeover switch, single-pole **Power supply:** AC/DC stabilizer **Connectors:** 3 Pairs of connecting leads, red/blue, 50 cm 1 Set of 10 bridging plugs **Miscellaneous:** 1 Student's stop-watch **Measurement Instruments:** 1 Voltmeter, 15 V DC	2- مقاومة 47 أوم 3- مكثفة 470 ميكرو فاراد 4- مفتاح قطع وصل **وحدة تغذية:** متناوب/مستمر مستقرة **أسلاك التوصيل:** 3 أزواج من الأسلاك بطول 50 سم، أحمر/أزوق مجموعة من 10 جسور للتوصيل **ميقاتية:** ساعة ميقاتية للطالب **أجهزة القياس:** جهاز لقياس الجهد، 15 فولت مستمر

خطوات تنفيذ التجربة وآلية كتابة النتائج

شحن مكثفة: charging of a capacitor

1- صل الدارة كما في الشكل (1)، بدايةً قبل تطبيق فرق في الجهد من منبع التغذية ضع القاطعة على الوضع (0).
2- طبق من منبع التغذية فرقاً في الجهد قيمته $V_{SUPPLY} = 10\ V$.
3- أغلق القاطعة على الوضع (1) أي وضع شحن المكثفة.
4- شغل الميقاتية وخذ قيم الجهد بين طرفي المكثفة $V_C(V)$ كل $3s$ وسجلها بالجدول التالي:

$t(s)$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$V_C(V)$	0												

5- ارسم على الورقة الميلمترية المنحني البياني $V_C = f(t)$.

6- استنتج من المنحني البياني قيمة ثابت الزمن السعوي τ ، مع ذكر واحدة قياسه.

7- أحسب قيمة ثابت الزمن السعوي نظرياً، باستخدام العلاقة $\tau = R.C$، مع العلم أن $R = 1M\Omega$، وأن $C = 10\mu F$. ثم قارن بين قيمتي τ العملية من المنحني البياني، والنظرية. ماذا تلاحظ؟

8- وضح كيفية استنتاج واحدة ثابت الزمن السعوي في الجملة الدولية، انطلاقا من العلاقة $\tau = R.C$.

تنويه: $Q = C.V \rightarrow C = \frac{Q}{V} = \frac{I.t}{I.R} = \frac{t}{R}$

تفريغ مكثفة: discharging of a capacitor

1- أغلق القاطعة على الوضع (0) أي وضع تفريغ المكثفة.

2- شغل الميقاتية وسجل قيم فرق الجهد بيم طرفي المكثفة $V_C(V)$ كل $3s$ بالجدول التالي:

$t(s)$	0	3	6	9	12										
$V_C(V)$	10														
$\ln V_C$															

3- ارسم المنحني البياني $ln\, V_C = f(t)$.

4- أوجد ميل الخط البياني، ثم وبالاعتماد على العلاقة $V_c = Ve^{-t/RC}$ بين ماذا يمثل هذا الميل؟

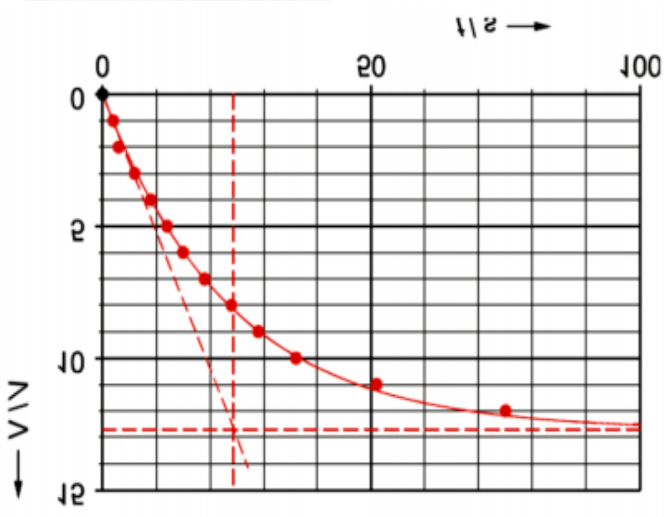
استفد من قيمة الميل، واستنتج قيمة ثابت الزمن السعوي τ.

5- اقترح خطوات اضافية تغني التجربة.

ملاحظات عامة:

1- أثناء عملية شحن المكثفة، وعند رسم المنحني البياني $V_C = f(t)$، نحصل على منحني بياني كما هو موضح في الشكل (2).

2- ولاستنتاج قيمة τ نرسم المماس المار من مبدأ الإحداثيات أي من أجل $t = 0s$، ونرسم المستقيم المماس والموازي لمحور الزمن، فمسقط نقطة تقاطع المماسين على محور الزمن يسمح لنا باستنتاج قيمة τ بيانياً، وذلك كما هو موضح في الشكل (2).



الشكل (2): رسم المنحني البياني $\mathbf{V = f(t)}$ وطريقة حساب $\boldsymbol{\tau}$.

التجربة السادسة :

المتصل الثنائي (الديود) PN

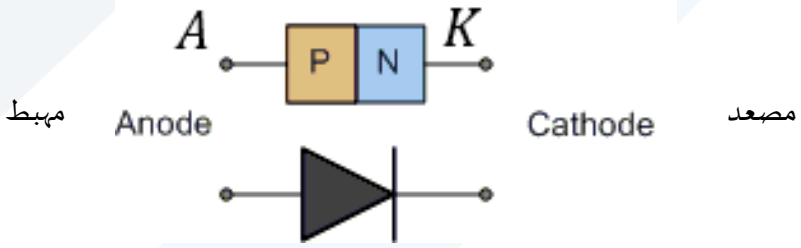
PN junction Diode

1 – أهداف التجربة: Objects of the Experiment

- التعرف على بنية المتصل الثنائي وخواصه، وكيفية عمله، ورسم منحنياته المميزة.	-Identify the structure of the diode and its properties, how it works, and draw characteristic curves.

2- مفاهيم أساسية: Principles

المتصل الثنائي PN أو ما يسمى بالديود Diode، هو عبارة عن التحام قطعتين من نصف ناقل احداهما من النوع P والأخرى من النوع N، كما في الشكل (1).



الشكل (1): يبين متصل ثنائي من نوع PN.

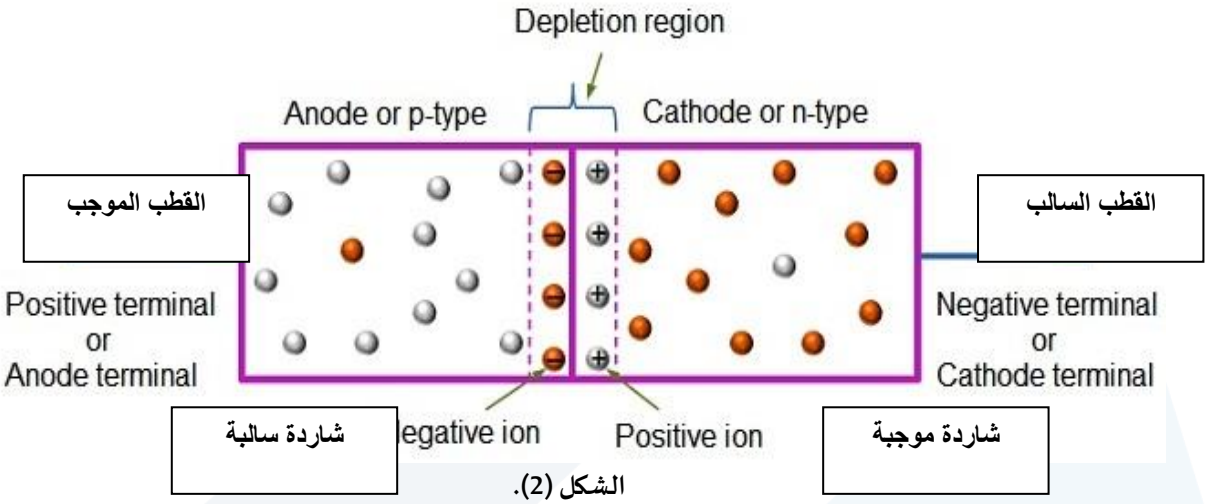
يسمى القطب المتصل بالقطعة P بالمصعد Anode، ويمز له اختصارا بالحرف A، ويسمى القطب المتصل بالقطعة N بالمهبط Cathode ويرمز له اختصاراً بالحرف K.

تنتشر عند تشكيل المتصل الثنائي حاملات الشحنة الأكثرية، بسبب حركتها الحرارية، من كل نوع من نصف الناقل المشوب إلى النوع الأخر. وهكذا فإن حاملات الشحنة الأكثرية ستنتقل من المكان الأكثر تركيزاً إلى المكان الأقل تركيزاً.

وهكذا بسبب اختلاف تركيز حاملات الشحنة الأكثرية في المنطقتين P، N تنتشر حاملات الشحنة الموجبة من المنطقة P إلى المنطقة N وتنتشر بالمقابل حاملات الشحنة السالبة من المنطقة N إلى المنطقة P.

ينشأ بسبب انتشار الشحنات في منطقة التماس d شحنتان فراغيتان متعاكستان بالإشارة.

تظهر شحنة موجبة في المنطقة N تكونها الثقوب التي جاءت إليها، بينما تظهر شحنة سالبة في المنطقة P تكونها الإلكترونات التي جاءت إليها. تولد الشحنات الفراغية في منطقة التماس فرقا في الكمون V_0 يدعى حاجز الكمون كما في الشكل (2).



الشكل (2).

إن ارتفاع حاجز الكمون في المتصل الثنائي المصنوع من الجرمانيوم من مرتبة 0.2 eV ، أما المصنوع من السليكون من مرتبة 0.6 eV.

إن وجود فرق في الكمون في منطقة التماس d دليل على وجود حقل كهربائي $\vec{E}_0$ فيها جهته من المنطقة N إلى المنطقة P.

Virtually all aspects of electronic circuit technology rely on semiconductor components. The semiconductor diodes are among the simplest of these. They consist of a semiconductor crystal in which an n-conducting zone is adjacent to a p conducting zone. Capture of the charge carriers, i.e. the electrons in the n-conducting and the "holes" in the p-conducting zones, forms a zone of low-conductivity at the junction called the depletion layer.

The size of this zone is increased when electrons or holes are pulled out of the depletion layer by an external electric field with a certain orientation. The direction of this electric field is called the "reverse direction". Reversing the electric field into what is called "forward direction" drives the respective charge carriers into the depletion layer, allowing current to flow through the diode.

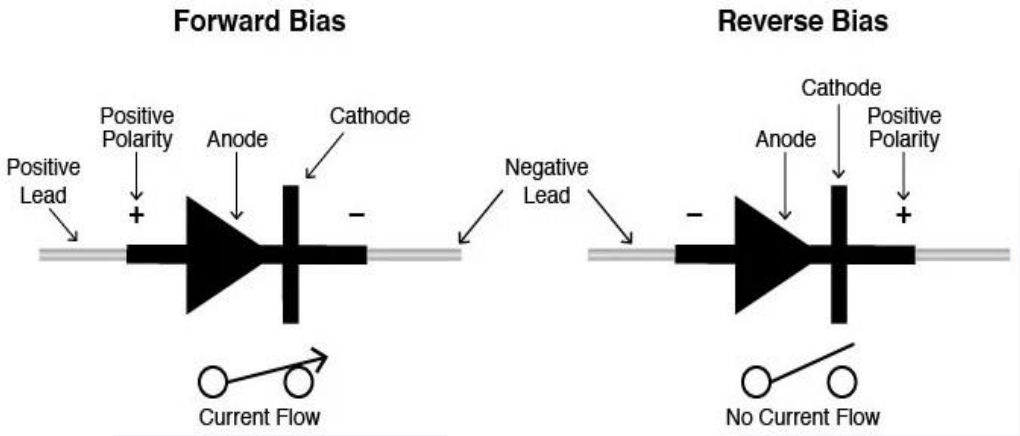
In the experiment, the current-voltage characteristics of a Si diode (silicon diode) and a Ge-diode (germanium diode) are measured and graphed manually point by point. The aim is tocompare the current in the reverse direction and the threshold voltage as the most important specifications of the two diodes.

التغذية الأمامية للمتصل الثنائي Diodes in conducting-state (forward) bias.

يكون المتصل الثنائي في حالة تغذية امامية عند تطبيق فرق في الكمون مستمر بين طرفيه، بحيث تكون المنطقة P موجبة بالنسبة للمنطقة N.

التغذية العكسية للمتصل الثنائي Diodes in reverse bias.

يكون المتصل الثنائي في حالة تغذية عكسية إذا كانت المنطقة P سالبة بالنسبة للمنطقة N.



الشكل (3): يوضح التغذية الأمامية (Forward Bias) والتغذية العكسية (Reverse Bias).

3- معاملات المتصل:

1- المقاومة الستاتيكية أو المستمرة : $R_D = \frac{V_D}{I_D}$

حيث I_D , V_D تيار و جهد المتصل عند نقطة العمل و غالبا تكون في المنطقة الخطية لمنحني (الجهد , تيار) , هذه المقاومة ثابتة لا تتغير مع الزمن.

2- المقاومة الديناميكية أو المتناوبة:

في حالة التيار المتناوب لا توجد نقطة عمل واحدة و انما ستتحرك نقطة العمل على منحني (الجهد, تيار) لتتغير بشكل لحظي لتشمل مجالا للتيار ΔI_D يقابله مجال للجهد ΔV_D و تعطى بالعلاقة:

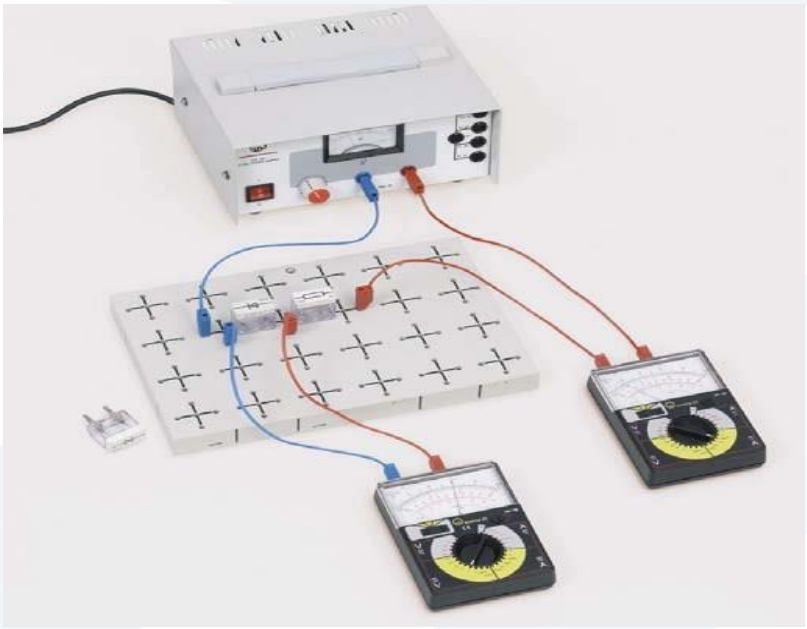
$$r_D = \frac{\Delta V_D}{\Delta I_D}$$

3- جهد العتبة : هو الجهد اللازم في الانحياز الأمامي حتى يفتح الديود و يصبح في حالة تمرير *on* يختلف هذا الجهد باختلاف المادة نصف الناقلة.

4- التيار الأمامي الأعظمي : هو أعظم تيار يمر بالمتصل الثنائي أماميا دون أن تتجاوز استطاعته قيمة الاستطاعة العظمى المسموحة و بالتالي يتسبب بانهيار المتصل , لأن زيادة I تؤدي إلى زيادة T و بالتالي

4- الأجهزة والأدوات اللازمة: Apparatus

1 Rastered socket panel DIN A 4	
1 STE Resistor 100 Ω, 2 W	
1 STE Ge-Diode AA 118	
1 STE Si-Diode 1 N 4007	
1	AC/DC Power supply 0...12 V / 3 A
2	Multimeters LD analog 20
3	1 Connecting Lead 100 cm Red
2 Pair cables 50 cm, red/blue	



الشكل (4): الدارة المستخدمة في القياسات.

5– خطوات العمل: Carrying out the experiment

يُبيّن الشكل (4) المونتاج المستخدم في القياسات التجريبية في **حالة التغذية الأمامية**.

1- طبق فرقا في الكمون مستمراً V_S عبر مقاومة، وسجل قيم I_D و V_D.

2- رتب نتائجك في جدول مناسب.

V_D	0.1	0.2	0.3	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.7	0.75
I_D										
R_D										

3- ارسم المنحني البياني للتابع $I_D = f(V_D)$, و استنتج جهد العتبة.

4- ارسم المنحني البياني للتابع $\ln(I_D) = f(V_D)$ و استنتج قيمة الثابت k , ماذا يسمى هذا الثابت.

5- احسب المقاومة المستمرة R_D عند كل قيمة للجهد.

6- احسب المقاومة المتناوبة r_D بين نقطتين.

التغذية العكسية.

1- حقق دارة التغذية العكسية.

2- طبق فرقا في الكمون مستمر V_S وسجل قيم I_D و V_D.

3- سجل نتائجك في جدول مناسب.

V_S										
V_D										
I_D										
R_D										

4- ارسم المنحني البياني للتابع $I_D = f(V_D)$.

5- كيف يمكن اســتخدام الديود في تخفيض الجهد . طبق الطريقة التي تراها مناســبة عمليا و قارن النتائج مع الحسابات النظرية.

6- اقترح خطوات إضافية تغني التجربة.

التجربة السابعة

التقويم نصف الموجي

Half wave rectifier

1- أهداف التجربة: Objects of the Experiment

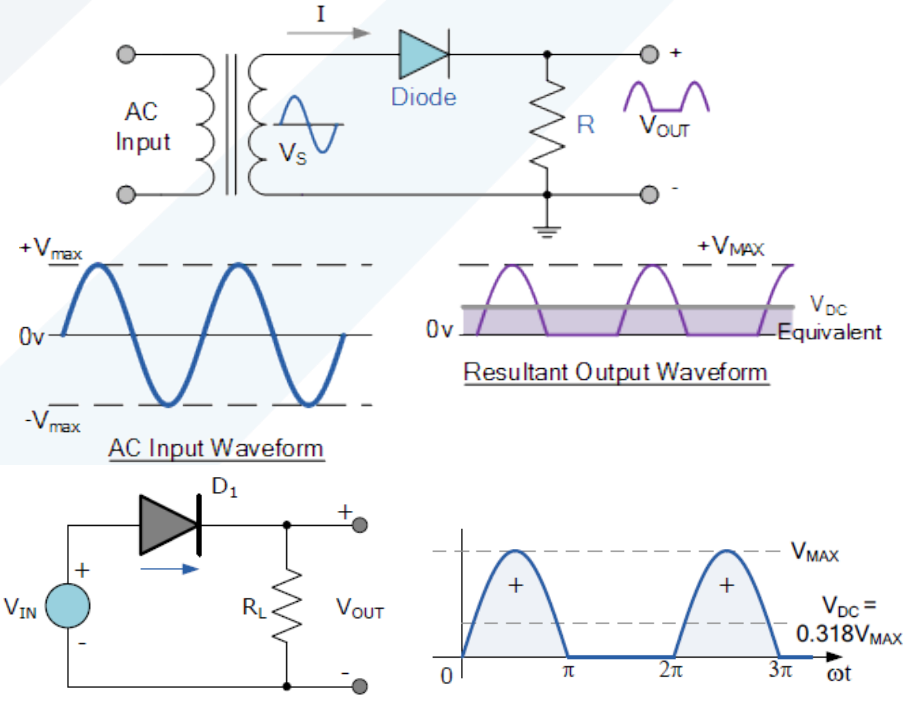
• The study of the half wave rectifier of the alternating voltage using the bilateral connections.	• دراسة التقويم نصف الموجي لجهد متناوب باستخدام المتصلات الثنائية.

2- مفاهيم أساسية: Principles

تستخدم معظم الأجهزة الإلكترونية الجهد المستمر DC ، في حين أن جهد المدينة هو متناوب AC لذلك نحتاج إلى تقويم الجهد المتناوب إلى جهد مستمر، ونستخدم من أجل هذه العملية المتصل الثنائي PN.

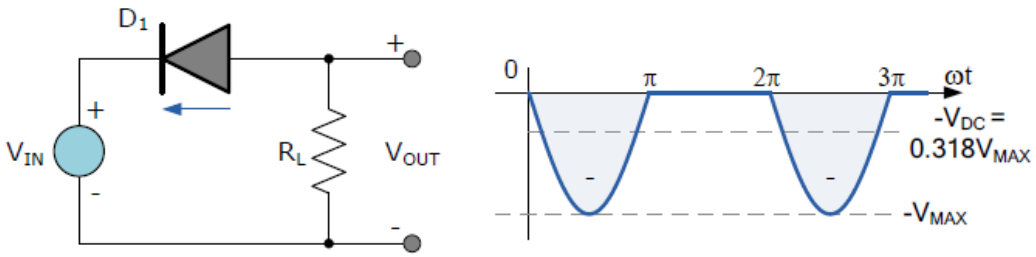
تعتمد فكرة التقويم بواسطة المتصل الثنائي PN على كونه يمرر التيار إذا كان مصعده A موجباً بالنسبة لمهبطه K، ولا يمرره في الجهة المعاكسة (تياره صغير جداً).

إذا طبقنا جهداً متناوبا جيبياً كما في الشكل (1) فإن المتصل الثنائي يمرر نصف الموجة الموجب، أما نصف الموجة السالب لن يمر.



الشكل (1) دارة تمرير نصف الموجة الموجب.

أما إذا طبقنا جهداً متناوبا جيبياً كما في الشكل (2) فإن المتصل الثنائي يمرر نصف الموجة السالب، أما نصف الموجة الموجب لن يمر.



الشكل (2).

إذا طبقنا فرقاً في الكمون جيبي (متناوب) $v = V_m \sin \omega t$ على مصعد المتصل الثنائي في دارة الشكل (1) نجد أن فرق الكمون بين طرفي المقاومة $v_R = v$ من أجل $0 \le t \le \frac{T}{2}$، و $v_R = 0$ من أجل $\frac{T}{2} \le t \le T$

وبالتالي فإن القيمة الوسطية لفرق الكمون V_R خلال دور واحد، أي القيمة المستمرة:

$$V_{dc} = \frac{1}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} V_m \sin \omega t \ dt = \frac{V_m}{\pi}$$

يحتوي الكمون v_R بالإضافة إلى القيمة المستمرة على سلسلة من الكمونات الجيبية، ونحصل حسب سلسلة فوريه على العلاقة التالية:

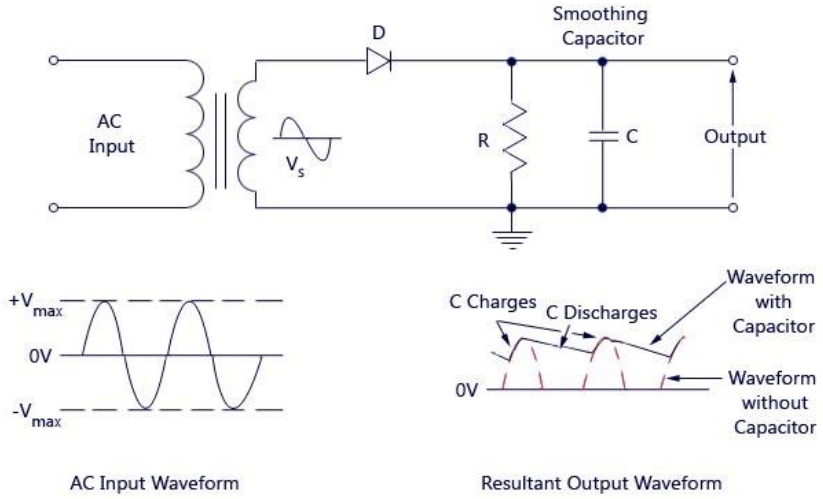
$$v_R = \frac{V_m}{\pi}(1 + \frac{\pi}{2}\sin \omega t - \frac{2}{3}\cos \omega t + \cdots)$$

بإضافة مكثفة سعتها C على التفرع مع المقاومة R في دارة الشكل (1)، فإن القسم الموجب من فرق الكمون المتناوب الذي يمر من المتصل الثنائي سيشحن المكثفة إلى أن يصبح كمونها مساوياً للقيمة العظمى V_m، ثم تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها عبر المقاومة R كما في الشكل (3).

نعرف عامل التموج Ripple Factor بالعلاقة:

$$\gamma = \frac{V_{rrms}}{V_{dc}}$$

حيث V_{rrms} هي القيمة المنتجة (الفعالة) لجهد تموج الخرج.



الشكل (3)

ويتعلق عامل التموج بدور الكمون الجيبي T وبثابتة زمن تفريغ المكثفة $\tau = R.C$. وكلما ازداد فرق الكمون المستمر V_0 الذي نحصل عليه وانخفض Δv وبالتالي انخفض عامل التموج، ويحسب نظرياً في هذه الحالة من العلاقة :

$$\gamma = \frac{T}{2\sqrt{3}RC}$$

يسمى التقويم بهذه الطريقة بالتقويم نصف الموجي، لأننا استخدمنا نصف الموجة الجيبية فقط.

الدارة المستخدمة وطريقة العمل:

أولاً: التقويم نصف الموجي:

1- صل الدارة كما في الشكل (1).

2- ارسم شكل جهد المدخل v_{in} ، وقس قيمتها العظمى بواسطة راسم الاهتزاز المهبطي.

3- ارسم شكل جهد المخرج v_R ، بعد وضع المفتاح على راسم الاهتزاز المهبطي على الوضع DC، ثم قس قيمة الجهد المتناوب Δv وقيمة الجهد المستمر V_0 بين طرفي المقاومة.

4- صل المكثفة $C = 10\mu F$ على التوازي مع المقاومة، وارسم شكل جهد المخرج ثم سجل قيمة الجهد المتناوب Δv وقيمة الجهد المستمر بين طرفي المقاومة واحسب γ تجريبياً .

5- أعد الخطوة (4) من أجل المكثفة $c = 100\mu F$.

6- اقترح خطوات إضافية تغني التجربة.

التجربة الثامنة:

التقويم الموجي الكامل

Full wave rectifier

1- أهداف التجربة: Objects of the Experiment

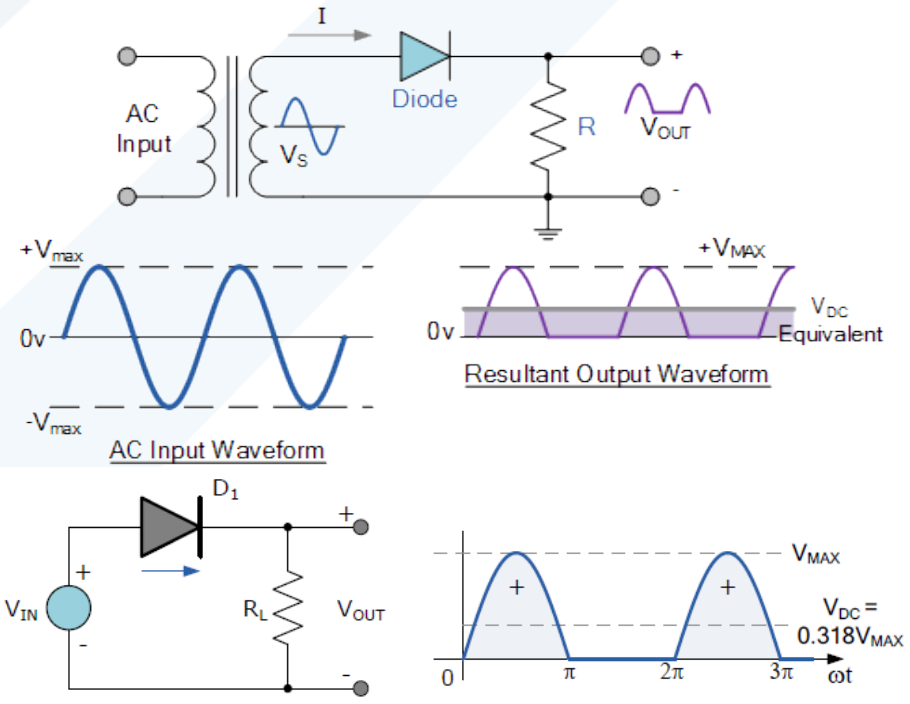
• دراســـة التقويم الموجي الكـامـل لجهـد متنـاوب باستخدام المتصلات الثنائية.	• The study of the full wave rectifier of the alternating voltage using the bilateral connections.

2- مفاهيم أساسية: Principles

تستخدم معظم الأجهزة الإلكترونية الجهد المستمر DC ، في حين أن جهد المدينة هو متناوب AC لذلك نحتاج إلى تقويم الجهد المتناوب إلى جهد مستمر، ونستخدم من أجل هذه العملية المتصل الثنائي PN.

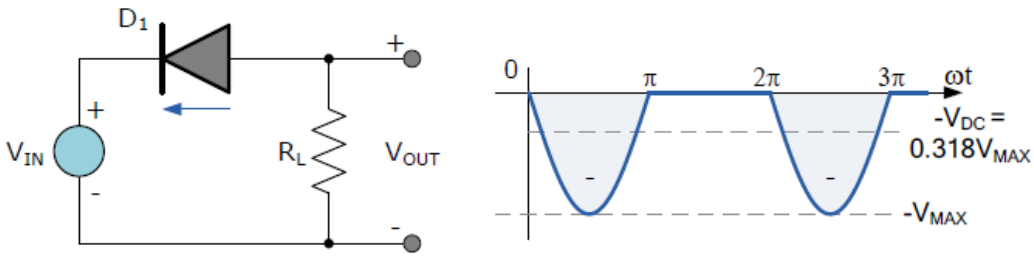
تعتمد فكرة التقويم بواسطة المتصل الثنائي PN على كونه يمرر التيار إذا كان مصعده A موجباً بالنسبة لمهبطه K، ولا يمرره في الجهة المعاكسة (تياره صغير جداً).

إذا طبقنا جهداً متناوبا جيبياً كما في الشكل (1) فإن المتصل الثنائي يمرر نصف الموجة الموجب، أما نصف الموجة السالب لن يمر.



الشكل (1) دارة تمرير نصف الموجة الموجب.

أما إذا طبقنا جهداً متناوبا جيبياً كما في الشكل (2) فإن المتصل الثنائي يمرر نصف الموجة السالب، أما نصف الموجة الموجب لن يمر.



الشكل (2).

يوجد تقويم يسمى التقويم الموجي الكامل، وهو تقويم أكثر فعالية من التقويم نصف الموجي لأنه يستخدم الموجة بكاملها ولأن عامل التموج γ فيه أقل منه في التقويم نصف الموجي.

توجد طريقتان للحصول على التقويم الموجي الكامل:

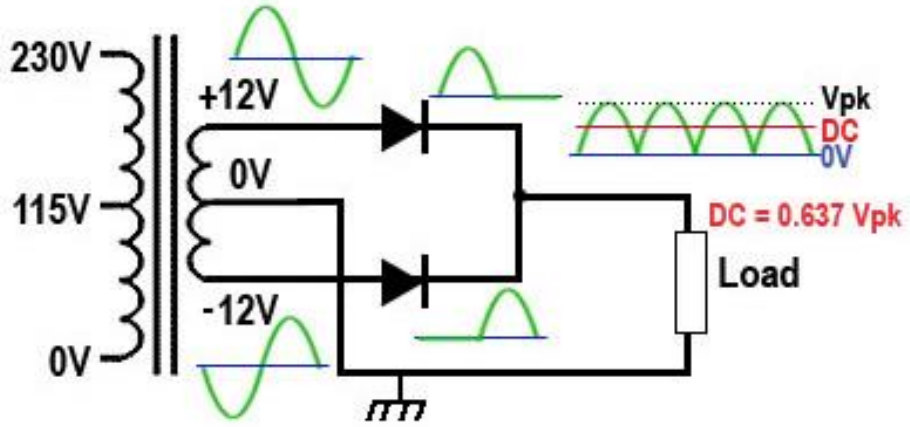
الأولى باستخدام متصلين ثنائيين، **الثانية** باستخدام جسر يتألف من أربعة متصلات ثنائية.

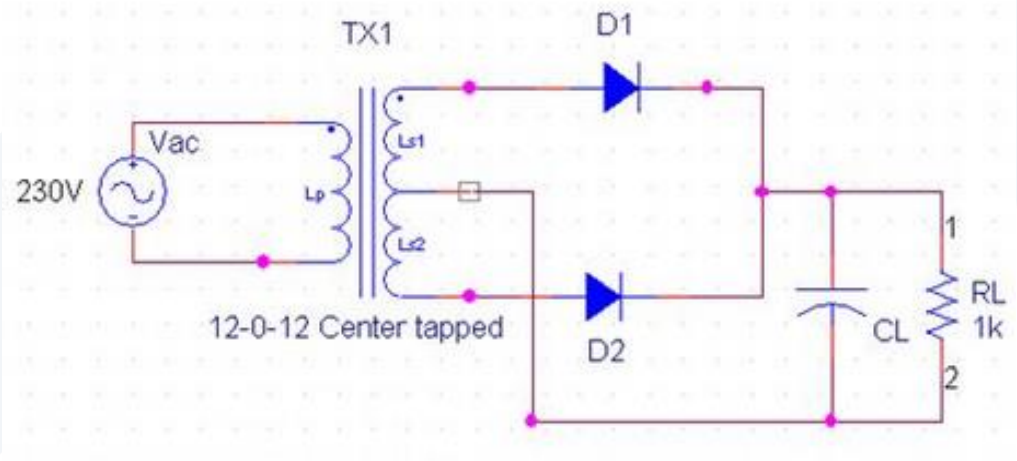
التقويم الموجي الكامل باستخدام متصلين ثنائيين:

نستخدم في هذه الطريقة متصلين ثنائيين مع محولة تحتوي على نقطة أرضي في دارتها الثانوية، كما في الشكل (4)، حيث يتناوب المتصلان في تمرير نصفي الموجة خلال دور واحد.

وهكذا عندما يكون أحد المتصلين في حالة تغذية أمامية فإن المتصل الثاني يكون في حالة تغذية عكسية، ويتم ذلك خلال النصف الأول من الدور. أما خلال النصف الثاني من الدور فإن الديود الأول يصبح في حالة تغذية عكسية والديود الثاني يصبح في حالة تغذية أمامية. تزداد في هذه الحالة القيمة المستمرة لفرق الكمون بين طرفي المقاومة R وتصبح:

$$V_{dc} = \frac{2}{T}\int_0^{T/2} V_m \sin \omega t \ dt = \frac{2V_m}{\pi}$$





الشكل (3).

بإضـافة مكثفة سـعتها C على التفرع مع المقاومة R في دارة الشـكل (1)، فإن القسـم الموجب من فرق الكمون المتناوب الذي يمر من المتصل الثنائي سيشحن المكثفة إلى أن يصبح كمونها مساوياً للقيمة العظمى V_m، ثم تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها عبر المقاومة R كما في الشكل (3).

نعرف عامل التموج Ripple Factor بالعلاقة:

$$\gamma = \frac{V_{rrms}}{V_{dc}}$$

حيث V_{rrms} هي القيمة المنتجة (الفعالة) لجهد تموج الخرج

ويحسب عامل التموج γ في التقويم الموجي الكامل، مع وجود مكثفة على التفرع مع المقاومة R بالعلاقة التالية:

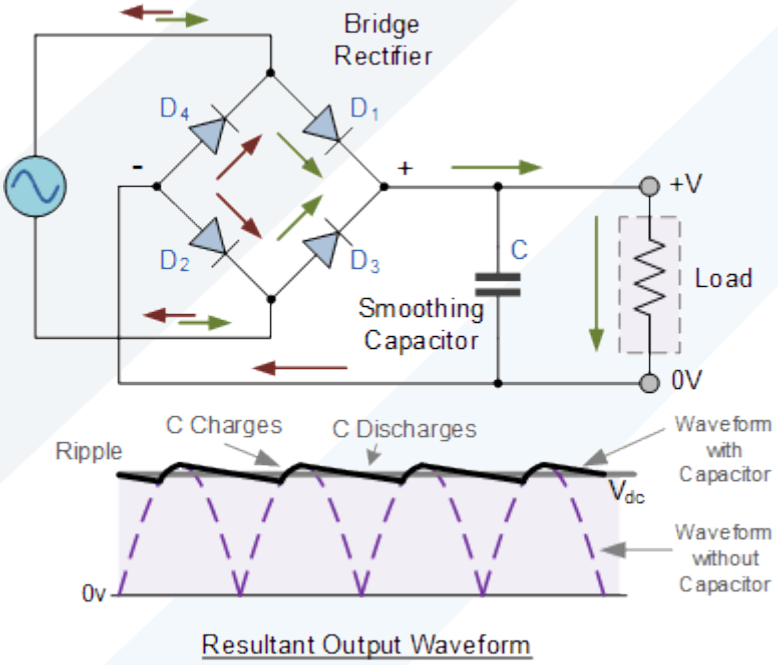
$$\gamma = \frac{T}{4\sqrt{3}RC}$$

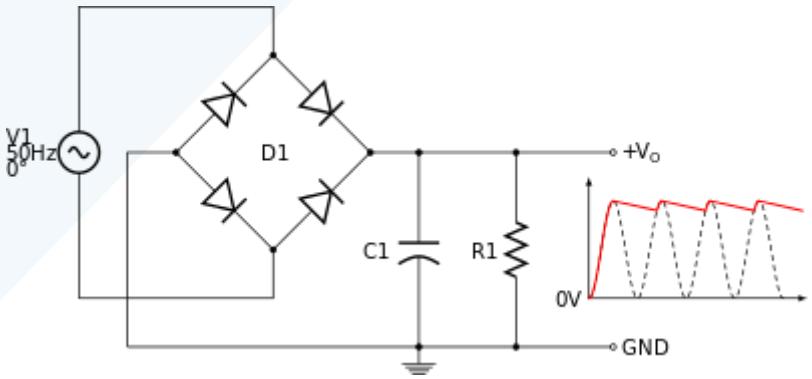
حيث أن التواتر في التقويم الموجي الكامل هو ضعف التواتر في التقويم نصف الموجي.

التقويم الموجي الكامل باستخدام أربع متصلات ثنائية:

تتميز هذه الطريقة بأنها تستخدم محولة لا تحتوي على نقطة الأرضي في دارتها الثانوية، ويمكن أن توصل دارتها إلى منبع التغذية مباشرة أو عبر مقاومة لتخفيض الجهد، وأن الجهد العكسي الأعظمي المطبق على كل متصل ثنائي هو V_m بدلا من $2V_m$ كما في الحالة الأولى.

يمرر المتصلان الثنائيان D_1 ، D_2 التيار خلال النصف الأول من الدور حيث يكونان في حالة تغذية أمامية كما يمرر المتصلان الثنائيان D_3 ، D_4 التيار خلال النصف الثاني من الدور.

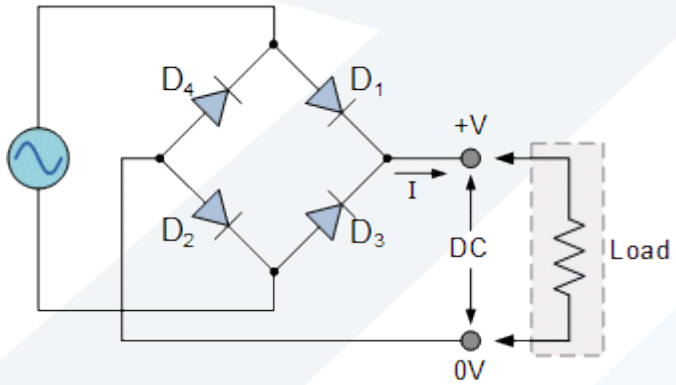




الشكل (4).

ثانيا: التقويم الموجي الكامل باستخدام جسر المتصلات الثنائية:

1- صل الدارة كما في الشكل (5).



الشكل (5).

2- ارسم شكل جهد المخرج بين طرفي مقاومة الحمولة R باستخدام راسم الاهتزاز المهبطي، وقس فرق الكمون المستمر وفرق الكمون المتناوب بين طرفيها.

3- ضع مكثفة $c = 10\mu F$ على التفرع مع المقاومة R ارسم الشكل الناتج بين طرفي مقاومة الحمولة. وقس فرق الكمون المستمر وفرق الكمون المتناوب بين طرفيها، وأحسب معامل التموج تجريبياً.

4- أعد الخطوة (3) من أجل المكثفة $c = 100\mu F$.

5- اقترح خطوات إضافية تغني التجربة.