الأعمال التطبيقية في مقياس فيزياء2
التجربة1- القياسات الكهربائية

I الهدف من التجربة: - كيفية إستعمال أجهزة القياس الكهربائي البسيطة غير الرقمية
- تعيين دقة القياس
- التحقق التجريبي من قانون اوم

II المبدأالنظري:- نعلم أن القراءة على كل من جهازي الأمبيرمتر والفولطمترتتعلق بكل من العيار والسلم المختارين

العيار ⟷ السلم(N)
X_{mes} ⟷ القراءة

$$X_{mes} = \frac{\text{القراءة} \quad \text{العيار}}{\text{السلم}}$$

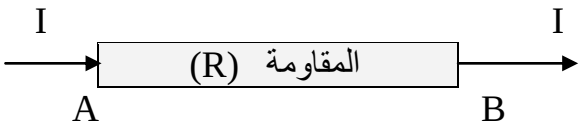
N=هي عدد تدريجات السلم

- **قانون اوم بين طرفي مقاومة:**

يعطى فرق الكمون (فرق الجهد) بين طرفي ناقل اومي V_{AB} بالعلاقة التالية

$$V_{AB}=RI$$

حيث: V_{AB} = يمثل فرق الجهد بين طرفي المقاومة وحدته الفولط (V)
I= يمثل شدة التيار الكهربائي المارة في الناقل الأومي ووحدته (آمبير A)
R هي مقاومة الناقل الأومي وحدته اوم (Ω)



- أخطاء القياسات

1- القياسات المباشرة :
عند إستعمالنا لجاهزي الفولطمتر والأمبيرمتر، فإن هناك إرتياب في القياس ويعود ذلك إلى عدة مصادر نذكر منها خطأ ناتج عن دقة الجهاز وخطأ ناتج عن القراءة.

الخطأ الناتج عن الجهاز ΔX_{cl}
يتعلق بالجهاز فقط وذلك حسب تصميمه ويعرف هذا بمعرفة **صنف** الجهاز الذي يمثل دقة الجهاز(%) وبصفة عامة:
صنف الجهاز للفولطمتر 1.5 في التيار المتناوب
1 في التيار المستمر

صنف الجهازللآمبيرمتر 2.5 في كلا الحالتين

$$\varepsilon_{cl} = (\Delta X_{cl}/X_{mes}) \times 100 = \text{دقة الجهاز} \quad \% = \text{صنف الجهاز}$$

بما أن أكبر قيمة X_{mes} مساوية للعيار

$$\Delta X_{cl} = \text{صنف الجهاز} \times (\text{العيار}/100)$$

الخطأ الناتج عن الطريقة ΔX_l : يتعلق بكل من السلم والعيار
نعتبر أن الخطأ في القراءة هو ربع التدرجة

السلم(N) ⟷ العيار
0.25 تدرجة ⟷ ΔX_l

$$\Delta X_l = 0.25 \times (\text{العيار}/\text{السلم})$$

ملاحظة: من عبارة الإرتياب النسبي الناتج عن القراءة نلاحظ أنه كلما كانت القراءة كبيرة كلما كان القياس أدق وعموما نتجنب القياس في الثلث الأول من السلم إن أمكن

$$\Delta X_l/X_{mes} = 0.25 / (\text{القراءة})$$

الخطأ الكلي الناتج عن إستعمال الجهاز هو مجموع الخطأين السابقين

$$\Delta X = \Delta X_{cl} + \Delta X_l$$

2الأخطاء غير المباشرة : هي الأخطاء الناتجة عموما عن إستعمال العلاقات الرياضية والعلاقة العامة التي نجد بها الإرتياب هي كالتالي
لتكن لدينا دالة $f(x,y,z....)$ متعددة المتغيرات فإن تفاضلها يعطى بالعلاقة التالية:

$$df(x,y,z....) = \frac{\delta f(x,y,z....)}{\delta x}dx + \frac{\delta f(x,y,z....)}{\delta y}dy + \frac{\delta f(x,y,z....)}{\delta z}dz + ...$$

إذا كانت الدالة $f(x,y,z....)$ مقدار فيزيائي فإن الإرتياب فيها يعطى بالعلاقة التالية:

$$\Delta f(x,y,z....) = \left|\frac{\delta f(x,y,z....)}{\delta x}\right|\Delta x + \left|\frac{\delta f(x,y,z....)}{\delta y}\right|\Delta y + \left|\frac{\delta f(x,y,z....)}{\delta x}\right|\Delta z + ...$$

بعض الأمثلة
ليكن الخطأ المطلق في كل من المقدارين x و y هو Δx و Δy على الترتيب

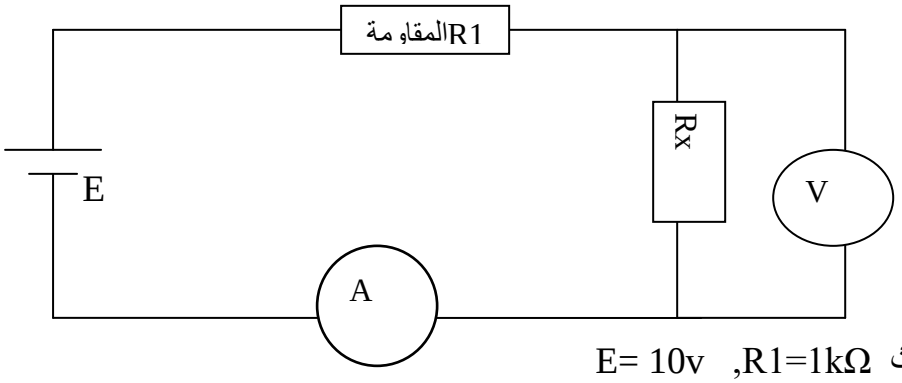
حالة الجمع والطرح

$$f(x,y) = x \pm y \qquad \text{فإن} \qquad \Delta f(x,y) = \Delta x + \Delta y$$

حالة الضرب أو القسمة

$$f(x,y) = x.y \quad \text{أو} \quad f(x,y) = x/y \quad \text{فإن} \quad \frac{\Delta f(x,y)}{f(x,y)} = \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y}$$

تمرين: لتكن الدارة الكهربائية الموضحة في الشكل التالي



حيث $R1=1k\Omega$,$E= 10v$
صنف الفولطمتر : $\varepsilon_{cl}=1\%$, العيار= 10v , السلم = 100تدرجة
صنف الآمبيرمتر: 2.5% , العيار =10mA , N= 100تدرجة
الجهد المقاس $V_{mes}=3.8V$
الشدة المقاسة $I_{mes}= 6.4mA$

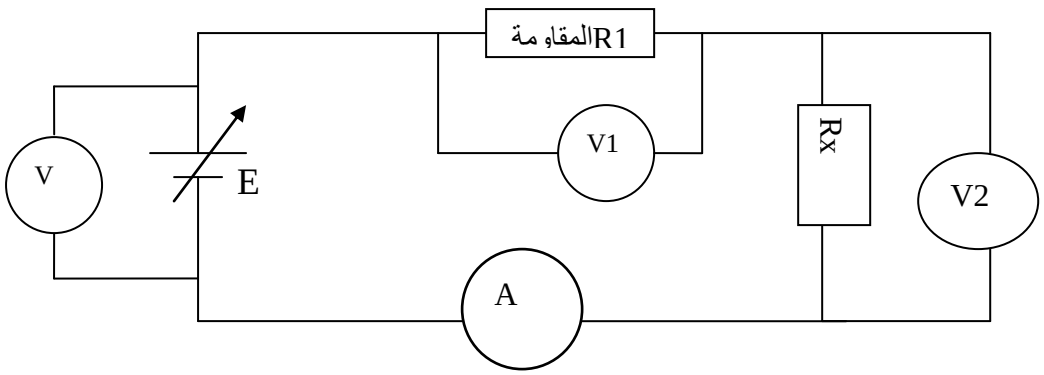
1- ماهي القراءة على كل من الجهازين؟
2- أحسب كل من الإرتياب المطلق والنسبي في الجهد والشدة؟ (تذكر أن الإرتياب الكلي هو مجموع الإرتياب الناتج عن القراءة والجهاز)
3- أحسب R_x
4- أحسب $\Delta R_x/R_x$ و ΔR_x

III- الأجهزة المستعملة:

- الآمبيرمتر: ذو مختلف العيارات والسلالم, يوصل على التسلسل مع العنصر الكهربائي المراد قياس الشدة المارة فيه
- الفولطمتر : يوصل على التفرع مع العنصر الكهربائي المراد قياس فرق الكمون بين طرفيه
- مولد التيار الكهربائي: دوره توليد التيار الكهربائي المتناوب بين القطبين (⩘) والمستمر بين القطبين (+, 0 , -)
- مقاومات ثابة ومتغيرة ,أسلاك توصيل

IV التجربة:

I- حقق الدارة الكهربائية الموضحة في الشكل التالي $R1=0.1K\Omega$

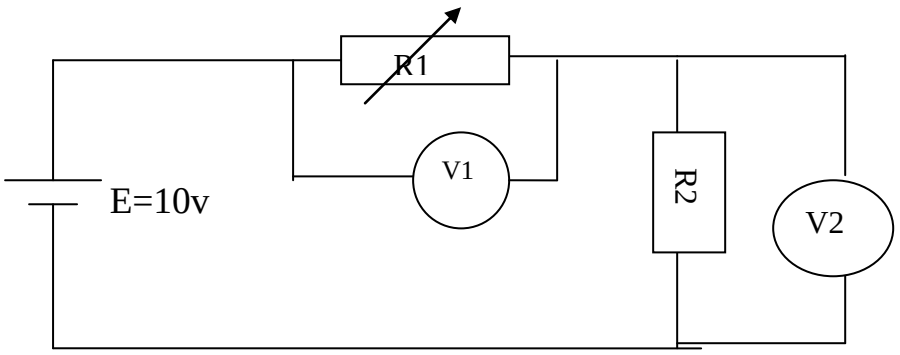


غير جهد المولد E من 0 إلى 25V وأملأ الجدول التالي

E (V)	الآمبير متر				الفولطمتر1				الفولطمتر 2			
	العيار	السلم	القراءة	I(mA)	العيار	السلم	القراءة	V1(V)	العيار	السلم	القراءة	V2(V)
0												
5												
10												
15												
20												
25												

1- لاحظ مجموع الجهدين المسجلين على جهازي الفولطمتر؟
2- أرسم المنحنى البياني $V1=f_1(I)$ ؟ قارن قيمة ميل المستقيم بقيمة R1 ؟ ماذا تستنتج ؟
3- أرسم المنحنى البياني $V2=f_2(I)$ ؟ أحسب من البيان R_x ؟
4- أحسب كل من $\Delta R_x/R_x$ و ΔR_x ؟
5- أعد التجربة بإستعمال التيار المتناوب؟
6- ما هي خلاصتك من هذه التجربة ؟

II حقق الدارة الكهربائية الموضحة في الشكل التالي $R2=1K\Omega$



الأسئلة:

1- أملأ الجدول التالي:

R1(KΩ)	V1(v)						V2(v)					
	العيار	السلم	القراءة	V1	Δv	Δv/v	العيار	السلم	القراءة	V2	Δv	Δv/v
0												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

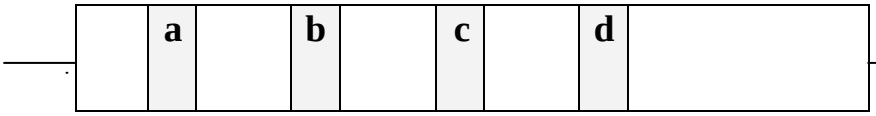
2- لاحظ مجموع الجهدين المسجلين على جهازي الفولطمتر؟

3- أرسم المنحنيان البيانيان التاليان V1=f(R1) و V2=f(R1) على نفس الورقة الملمترية؟

4- فسر النحنى (هل يتوافق مع النظري)؟

5- ماهي خلاصتك العامة؟

ملحق: كيفية قراءة المقاومات الملونة



لتكن المقاومة الملونة كما في الشكل أعلاه يمكن قراءة قيمتها من الألوان الموجودة وكل لون يقابله عدد عليها. حيث $R= ab.10^c \pm d\%$

تكتب العدد ab ليس جداء بل هو عدد آحاده هو الرقم b وعشراته هو الرقم a

يمثل d% الدقة في التصميم

يسمى العدد c بالمضاعف (multiplicateur)

اللون	الرقم
الفضي	2-
الذهبي	1-
الأسود	0
البني	1
الأحمر	2
البرتقالي	3
الأصفر	4
الأخضر	5
الأزرق	6
البنفسجي	7
الرمادي	8
الأبيض	9

أما بالنسبة للدقة d%

الفضي = 10%, الذهبي = 5% ,

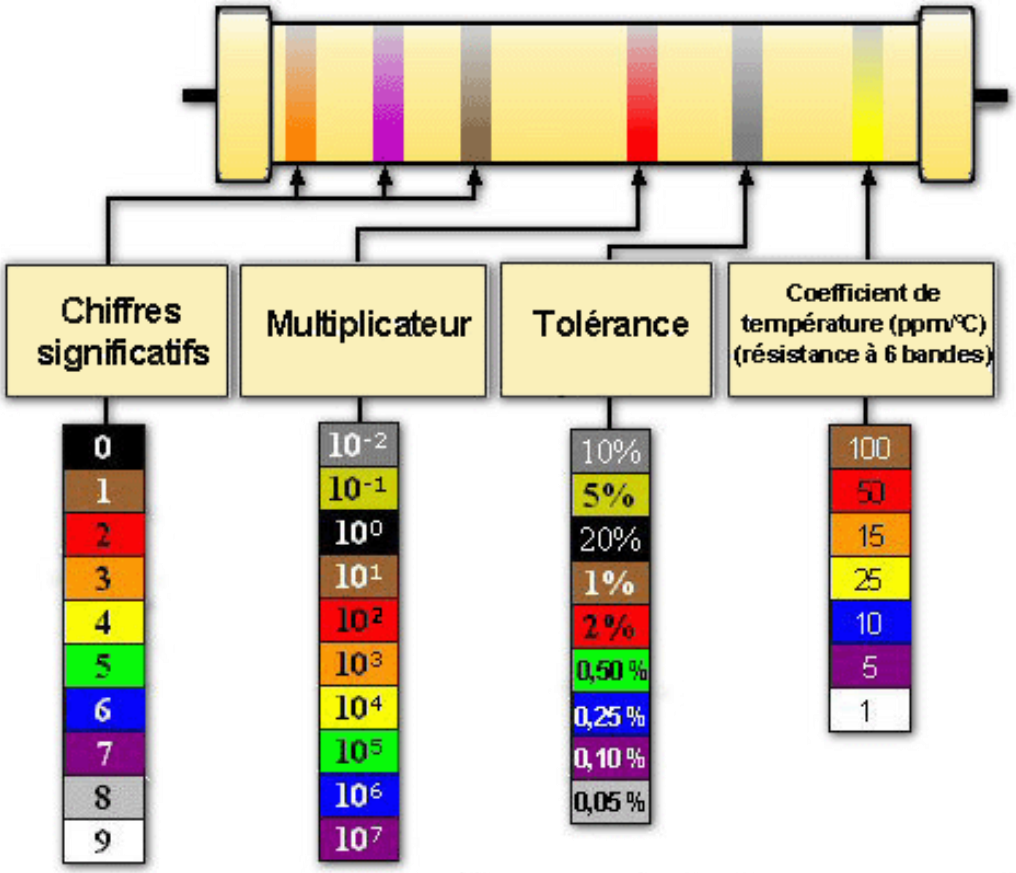
مثال:

إذا كان ترتيب الألوان على مقاومة هو أحمر, برتقالي, أصفر, ذهبي الموافقة a و b و c و d على الترتيب فإن قيمة المقاومة هي $R = 23.10^4 \pm 5\ \% \ \Omega$

بعبارة أخرى $R=23.10^4 \pm (5.230000)/100\ \Omega = 230 \pm 11.5\ K\Omega$

ملاحظة : إذا كان عدد الألوان على المقاومة هو 6 فإن القراءة تكون كما يلي

- الألوان الثلاثة الأولى: تسجل أعداد (آحاد, عشرات, مئات)
- اللون الرابع: المضاعف (أس العشرة)
- اللون الخامس: الدقة في التصميم
- اللون السادس: معامل درجة الحرارة



.Ne Mangez Rien Ou Je Vous Brule Votre Grosse arbe

الأعمال التطبيقية في مقياس فيزياء2

تجربة 2 حوض سطوح تساوي الكمون

الهـــــدف:

- دراسة كهربائية للفضاء المحصور بين ناقلين مشحونين.
- التعيين التجريبي لسطوح تساوي الكمون.
- خطوط الحقل الكهربائي.

المبدأ النظـري:

- يتولد في فضاء الشحنة الكهربائية (الفضاء المحيط بها) مقدارين أحدهما شعاعي (حقل كهربائي $\vec{E}$) والاخر سلمي (الكمون V) تربطهما العلاقة الرياضية التالية:

$$dV = -\vec{E} \bullet \overrightarrow{dl}, \qquad \Delta V = -\vec{E} \bullet \overrightarrow{\Delta l}, \qquad \vec{E} = -\overrightarrow{graddV}$$

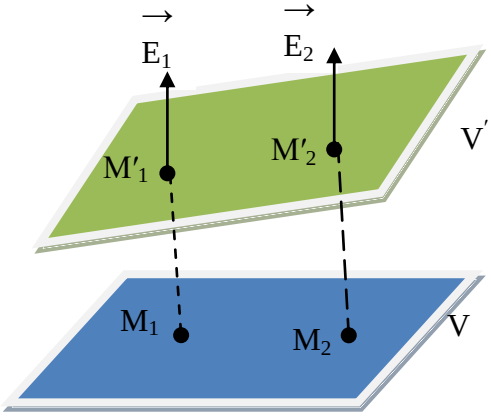
- خطوط الحقل الكهربائي: وهي خطوط وهمية حيث تمثل منحنيات يكون شعاع الحقل الكهربائي مماسا لها في كل نقطة.
- سطوح تساوي الكمون: نقول عن سطح أنه سطح تساوي كمون اذا كانت جميع نقاط هذا السطح متساوية القيمة للكمون أي تكون V =ثابت على هذا السطح.
- العلاقة بين اتجاه الحقل وسطوح تساوي الكمون :

$$V = Cte \Rightarrow dV = 0 \Rightarrow \vec{E} \Lambda \overrightarrow{dl} = 0, E \neq 0, dl \neq 0$$

$$\Rightarrow \vec{E} \perp \overrightarrow{dl},$$

$\Leftarrow \vec{E}$ يكون عمودي على سطح تساوي الكمون.

- كلما تقاربت سطوح تساوي الكمون (قلت المسافة بينهما) كلما زادت شدة الحقل الكهربائي.



$$\left.\begin{aligned} \Delta V &= -\vec{E}_1 \bullet \overrightarrow{dl_1} \\ \Delta V &= -\vec{E}_2 \bullet \overrightarrow{dl_2} \end{aligned}\right\} \vec{E}_1 \bullet \overrightarrow{dl_1} = \vec{E}_2 \bullet \overrightarrow{dl_2}$$

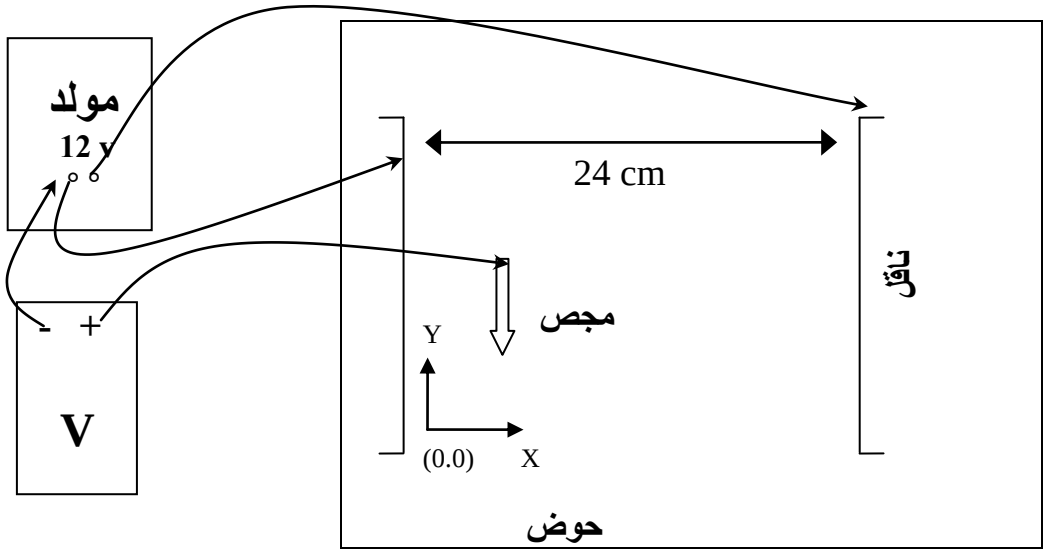
نلاحظ : $dl_1 \prec dl_2 \Rightarrow E_1 \succ E_2$

العمل التجريبي:

تجربة1:

قم بالتركيب التجريبي التالي

يحتوي الحوض على ماء وأسفله ورقة مليمترية بحيث نختار المعلم كما في الشكل



1- قم بتحريك المجص لقياس فرق الكمون واملأ الجدول التالي

N(X,Y) / V	(x,4)	(x,6)	(x,10)	(x,12)	(x,16)
2 V					
4 V					
6 V					
8 V					

عند خط تساوي الكمون(V=6V) قم بقياس الجهد قبل وبعد هذا الخط ب 1cm؟

2- أحسب شدة الحقل المتوسطة $E_{moy} = \Delta V/\Delta X$ عند خط تساوي الكمون V=6v؟

3- مثل على ورقة مليمترية خطوط تساوي الكمون ومثل خطوط الحقل الكهربائي؟

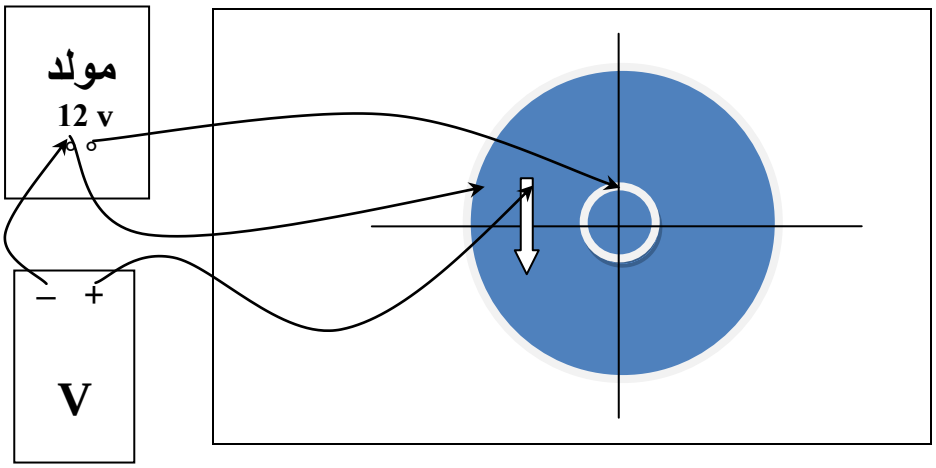
4- ارسم المنحنى البياني V=f(x)؟

5- ماذا يمثل الميل؟ استنتج في هذه الحالة العلاقة V =f (E)؟

6- ماهي خلاصتك؟

تجربة 2 :

استبدل الناقلين المستقيمين بناقلين دائريين كما في الشكل.



1- أملأ الجدول التالي (بتغيير موضع المجس) ؟

N(X-Y) / V	(0,Y)	(0 ,-Y)	(X,0)	(-X,0)
2 V				
4 V				
6 V				
8 V				

2- غير وضع المجس داخل الاسطوانة المركزية ولاحظ تغير قيمةV ؟ ماذا تستنتج؟ استنتج قيمة الحقل الكهربائي داخل الأسطوانة ؟

3- مثل على ورقة ملمترية خطوط تساوي الكمون؟ استنتج خطوط الحقل الكهربائي ؟

4 – أرسم المنحنى البياني V =f (r) ؟

5- أحسب قيم E_{moy} ذلك باستخدام قيم V التالية(مثنى مثنى) (2V,4V) , (4V,6V) , (6V,8V) ؟

لاحظ العلاقة بين هذه القيم وتباعد خطوط تساوي الكمون؟ ماذا تستنتج؟

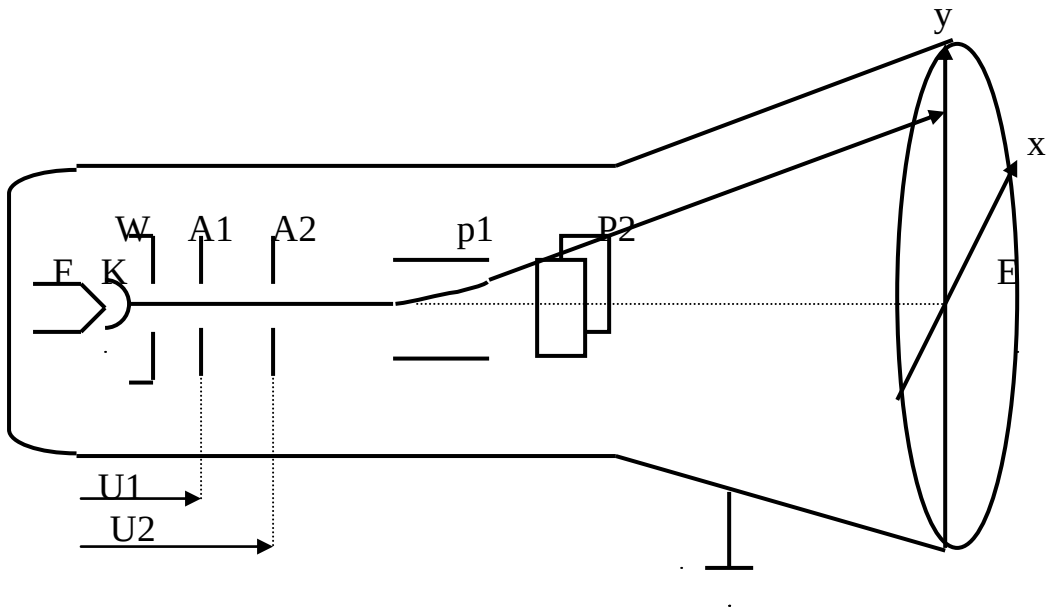
6- ماذا تستخلص؟

7- ماهي خلاصتك العامة ؟

الأعمال التطبيقية في مقياس فيزياء2
التجربة 3- راسم الإهتزاز المهبطيI

I الهدف من التجربة: - كيفية إستعمال **جهازقياس** (راسم الإهتزاز المهبطي) والتركيز على:
- قياس الجهد لمختلف الإشارات
- قياس دور الإشارة

II – مبدأ إشتغال راسم الإهتزاز:

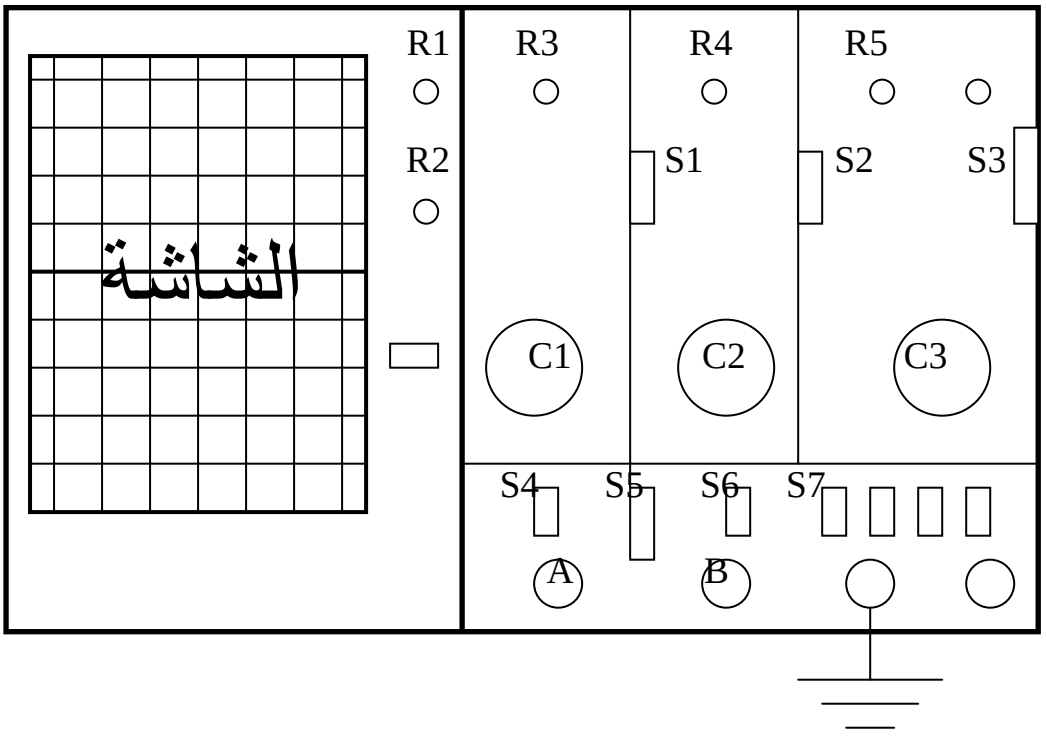


شكل1 : الشكل العام لراسم الإهتزاز

- **المهبط K**: يسخن عن طريق خيط رقيق فيبعث حزمة إليكترونة نحو شاشة متفلورة E يمكن التحكم في شدة (غزارة) هذه الحزمة .
- **المصعدان A1 و A2** : يسرعان الإليكترونات نحو الشاشة تحت توتر حوالي 2KV (مولد داخلي)
- **اللوحان P1**: يسببان إنحراف الحزمة الإليكترونية نحو الأعلى والأسفل تحت مجال كهربائي ناتج عن الجهد الخارجي المدروس
- **اللوحان P2** : يسببان إنحراف الحزمة الإليكترونية من اليسار إلى اليمين تحت مجال كهربائي متناوب ناتج عن **مولد قاعدة الزمن** (مولد جهد داخلي يمكن التحكم في تواتره)

- **الشاشة E :** مغطاة بمادة متفلورة بحيث تضاء النقطة التي تسقط عليها الحزمة الإليكترونية. .يتناسب إنحراف الحزمة y إلى ألأعلى والأسفل مع الجهد الخارجي المطبق بحيث أن الجهاز مزود بالسلم يمكننا من قراءة الجهد.

عمليات ظبط الجهاز:



شكل2: واجهة راسم الإهتاز موضح عليها أهم مفاتيح التحكم

- R1 و R2 تسمح بضبط الإضاءة وتجميع الحزمة الإلكترونية.
- R3 يسمح بسحب اشارة القناة A عموديا
- R4 يسمح بسحب اشارة القناة B عموديا
- R5 يسمح بسحب الإشارة افقيا

- C1 عيار القناة A , عيار الجهد (V/cm) على محور التراتيب
- C2 عيار القناة B , عيار الجهد (V/cm) على محور التراتيب
- C3 عيار الزمن , مولد قاعدة الزمن يسمح بقراءة الزمن على محور الفواصل ms/cm أو µs/cm

- S1 يسمح بعكس إشارة القناة B
- S2 و S3 إختيار عيار الزمن ms/cm أو µs/cm
- S4 و S6 إختيار إشارة مستمرة أو متناوبة
- S5 إظهار كلا الإشارتين معا (A&B) أو إشارة تمثل مجموع الإشارتين (ADD)
- S7 إختيار القناة المستعملة لكي تثبت الإشارة على الشاشة

التجربة:

I – قياس الجهد:

I –1- قياس جهد مستمر: أملأ الجدول التالي:

شكل الإشارة	قيمة الجهد المقاس (V)	القراءة cm	العيارV/cm	الإشارة	القناة (المدخل)	الجهد المستعمل
			2	VA	A	E=5V
			5			
			2	VB	B	E=5V
			5			
			2	VA	المدخلين A و B	E=5V
			2	VB		
			5	VA+VB		
			5	-VB		
			5	VA-VB		

ماذا تلاحظ من الجدول (التوافق النظري والتطبيقي)؟

I 2– **قياس جهد متناوب:**

إختر إشارة جيبية سعتها4V وأملأ الجدول التالي:

العيار المختار(V/cm)	1	2	5
الطول من قمة إلى قمة (cm)			
السعة: $V_{max}=V_{cc}/2$ V_{cc} هي الجهد من قمة إلى قمة			
الجهد الفعال $V_{eff}=V_{max}/\sqrt{2}$			
الجهد المقاس بجهاز الفولط متر V_{volt}			

1- ارسم المنحنيات المتحصل عليها في ورقة ملمترية؟

2- قارن بين السعة والجهد الفعال والجهد المقاس بالفولط متر؟

3- عند إختيارك للعيار 0.2V/cm ماهي القياسات المتحصل عليها؟ ماذا تستنتج؟

II- قياس دور وتواتر إشارة:

لتكن لدينا إشارة دورية ولتكن جيبية مثلا كما في الشكل أسفله حيث يمثل محور الفواصل الزمن بينما محور التراتيب يمثل الجهد. لقياس دور الإشارة نقيس الطول الموافق للدور T وليكن L يعطى الدور بالعلاقةالتالية: **العيارالمختار على قاعدة الزمن *T=L**

التجربة (جزء2):

1-قياس الدور والتواتر:

إختر إشارة جيبية سعتها 2V

إستعمل الكرونومترلضبط التواترات المختارة على مولد الإشارات وأملأ الجدول التالي

التواتر المسجل على الكرونومترHz	200	1000	4000
عيار الزمن على الزرC3			
الطول L الموافق للدور(cm)			
الدورT بوحدة :ms أو µs			
التواتر النظري f=1/T (Hz)			

ماذا تستنتج؟

2قارن النتائج التجريبية والنظرية ؟

ماهي خلاصتك العامة؟

ميدان ..S..T :

الأعمال التطبيقية في مقياس فيزياء 2
التجربة 4- راسم الإهتزاز المهبطيII + شحن وتفريغ مكثفة

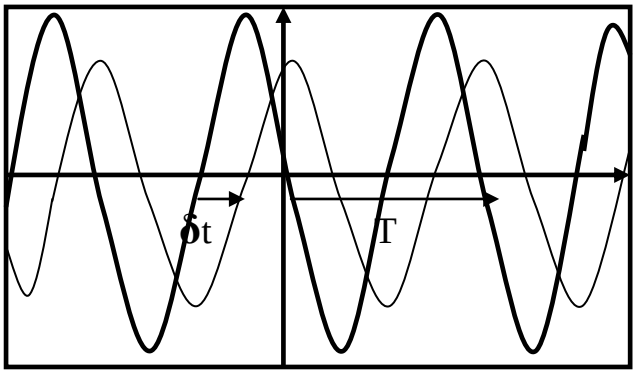
الهدف من التجربة: - كيفية إستعمال **جهازقياس** (راسم الإهتزاز المهبطي) والتركيز على:
- قياس فرق الطور
- ملاحظة ظاهرة شحن وتفريغ مكفثفة بإستعمال راسم الإهتزاز

المبدأ النظري:

I- قياس فرق الطور:

a- الطريقة المباشرة:

في هذه الحالة يجب إظهار الإشارتين على الشاشة في آن واحد (لها نفس الدورT) كما في الشكل الموالي يكون فرق الطور φ بينهما.



$$\varphi = (\delta t/T) .360^{o}$$

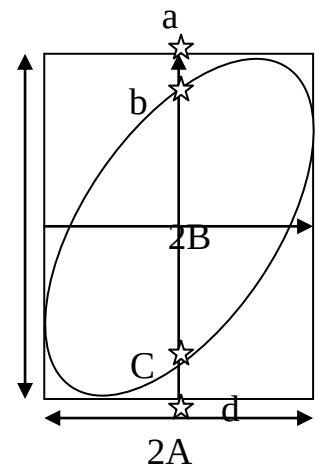
b - طريقة ليساجو: لتكن لدينا إشارتين x(t) و y(t) فرق الطور φ بينهما حيث:

$x(t) = A\sin\omega t$, $y(t) = B\sin(\omega t+ \varphi)$

يمكن إيجاد العلاقة بين x(t) و y(t) ونتحصل على المعادلة التالية:

$x^2/A^2 + y^2/B^2 - (2x.y.\cos\varphi)/A.B = \sin^2\varphi$

تمثل هذه المعادلة: قطع ناقص يتعلق شكله بفرق الطور وهذا القطع مرسوم داخل مستطيل ضلعاه 2A و2B كما في الشكل التالي:



نلاحظ على محور التراتيب عند x=0 أن:

من العلاقة النظرية $\sin \varphi = y/B$

من الشكل نلاحظ أن $2y = bc = 2B\sin \varphi$

$ad = 2B$

$$\textbf{Sin } \varphi = y/B = 2y/2B = \textbf{bc/ad}$$

$$\boxed{\textbf{Sin } \varphi = \textbf{bc/ad}}$$

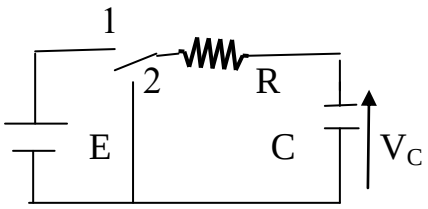
II شحن وتفريغ مكثفة

لتكن الدارة الكهربائية المقابلة

a- عملية الشحن

عندما تكون القاطعة في الوضع 1 تتم عملية الشحن كما تبين العلاقات الرياضية التالية:

- بكتابة قانون كيرشوف في الدارة



$$R\dot{q} + \frac{1}{C}q = E$$

مع أخذ الشرط الإبتدائي $q(0) = 0$

يكون حل هذه المعادلة كما يلي: $q(t) = EC(1 - e^{-t/RC})$

نرمز للمقدار Rc ب : τ ويسمى بزمن الإسترخاء

تصبح عبارة الشحنة: $q(t) = EC(1 - e^{-t/\tau})$

فرق الجهد بين طرفي المكثفة: $V_c(t) = \frac{q(t)}{C} = E(1 - e^{-t/\tau})$

نلاحظ انه يمكن قياس τ عمليا من المحنى المتحصل عليه على شاشة راسم الإهتزاز برسم الميل كما يوضح الشكل أدناه

$$\frac{dV_c}{dt}\Big|_{t=0} = tg\alpha\Big|_{t=0} = \frac{E}{C}$$

b- عملية التفريغ

عندما تكون القاطعة في الوضع 2 تتم عملية التفريغ كما تبين العلاقات الرياضية التالية:

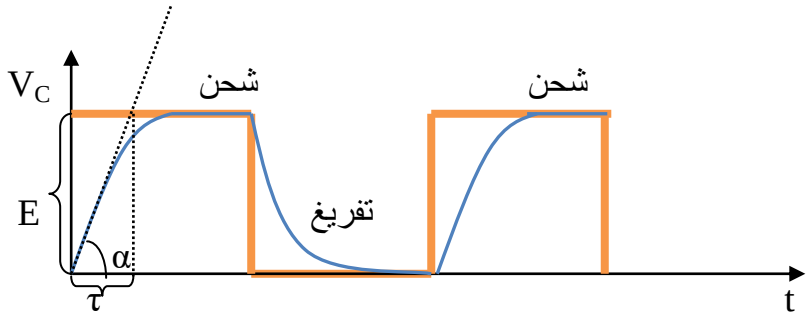
- بكتابة قانون كيرشوف في الدارة

$$R\dot{q} + \frac{1}{C}q = 0$$

مع أخذ الشرط الإبتدائي $q(0) = q_0 = EC$ (الشرط الإبتدائي لعملية التفريغ هي الحالة النهائية للشحن وبفرض أن الشحن كلي)

يكون حل هذه المعادلة كما يلي: $q(t) = ECe^{-t/\tau}$

فرق الجهد بين طرفي المكثفة: $V_c(t) = \frac{q(t)}{C} = Ee^{-t/Rc}$

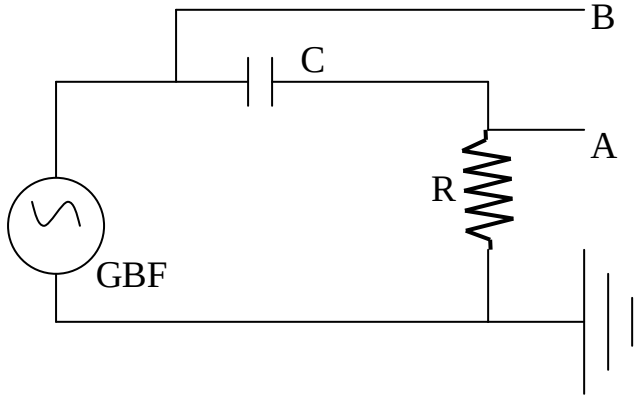


التجربـــــــة

تجربة I- قياس فرق الطور

I-a - الطريقة المباشرة:

قم بتركيب الدارة الكهربائية التالية و بواسطة الكرونومترأظبط تواتر المولدعلى 100Hz والمقاومة على $R=1400\ \Omega$ وأملأ الجدولين التاليين:



C(µF)	0.1	0.5	1	5	10
L(T(cm))					
δt(cm)					
Φ_{exp} (°)					
Φ_{th}(°)					

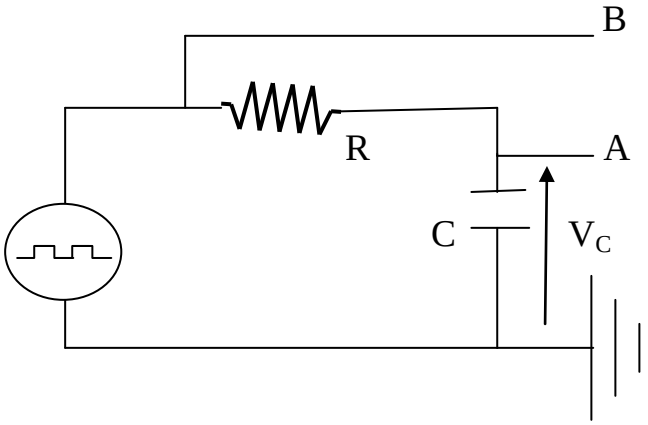
I-b- طريقة ليساجو:

حافظ على نفس التركيب السابق وأحذف قاعدة الزمن

C(µF)	0.1	0.5	1	5	10
ad(cm)					
bc(cm)					
Φ_{exp} (°)					
Φ_{th}(°)					

.

تجربة II- شحن تفريغ مكثفة:



قم بتركيب الدارة التالية:

-إختر إشارة مربعة (إختر إشارة TTL OUT من مولد الإشارات GBF) سجل سعتها؟

1- لاحظ V_C على شاشة راسم الإهتزاز وأرسم المنحى على ورقة ملمترية في الحالتين المطلوبتين في الجدولين؟

2- قم بتفسير المنحنى بدقة (العلاقات الرياضية)؟

3- قم بقياس τ (في الحالات الممكنة) وقارنه بالقيمة النظرية؟

4-بين أن τ هو الزمن اللازم لشحن المكثفة بنسبة 63% من جهد المنبع E .؟

5- لماذا كلما كان تواتر المولد صغير كلما كان الشحن والتفريغ كلي بينما كلما زاد التواترتنقص نسبة الشحن والتفريغ ؟ لاحظ في التواترات العالية للمولد كيف يصبح شكل المنحنى لماذا؟

الجدول 1 $R=1K\Omega,\ C=1\mu F\ ,\ \tau_{th}=?\ (ms)$

f(Hz)	50	100	500	1000	10000
T=1/f(ms)					
τ_{exp}(ms) إن وجد					
شكل المنحنى ونوع الشحن والتفريغ(كلي أو جزئي)		رسم على ورقة ملمترية			

الجدول 2 $R=1K\Omega,\ C=0,2\mu F\ ,\ \tau_{th}=?\ (ms)$

f(Hz)	50	100	500	1000	10000
T=1/f(ms)					
τ_{exp}(ms) إن وجد					
شكل المنحنى ونوع الشحن والتفريغ(كلي أو جزئي)			رسم على ورقة ملمترية		

6-دراسة تغير التيار الكهربائي:

غير المكثفة في مكان المقاومة والعكس ولاحظ المنحنى المتحصل عليه مع رسمه على ورقة ملمترية (خذ مثال $f=100Hz$ ' , $R=1K\Omega,\ C=1\mu F$.

فسر ذلك (أكتب عبارة التيار في حالتي الشحن والتفريغ)

ماهي خلاصتك العامة؟