كلية الهندسة – جامعة المنصورة

مجمع الفيزياء الهندسية

Mathematics and Engineering Physics dep.

قسم الرياضيات و الفيزياء الهندسية

Laboratory Book

Table of Contents:

1) Laboratory Basic Information ……..
أولا: البيانات الأساسية للمعمل .....
2) Laboratory Instruments ……..
ثانيا : قائمة بالأجهزة و المعدات الموجودة بالمعمل .....
3) Laboratory Experimental List ……..
ثالثا : قائمة بالتجارب التى تؤدى داخل المعمل .....
4) Laboratory Beneficiaries ……..
رابعا : الخدمات المجتمعية التى يؤديها المعمل .....
5) Laboratory Student Beneficiaries ……..
خامسا : الخدمات الطلابية التى يؤديها المعمل .....
6) Laboratory Experimental ……..
سادسا : التجارب المعملية .....

Physics (1)

Properties of Matter

Experiment : Lab 1 : Accurate Measurements ……..
Experiment : Lab 2 : Verifying Hooke's Law ……
Experiment : Lab 3 : Simple Pendulum ……..
Experiment : Lab 4 : Standing Waves ……..
Experiment : Lab 5 : Speed of Sound in Air ……

Heat

Experiment : Lab 6 : Thermal Expansion ……
Experiment : Lab 7 : Heat transfer ……
Experiment : Lab 8 : Melting temperature for Wax ……

Physics (2)

Optics

Experiment : Lab 1 : Spherometer……..

Experiment : Lab 2 : Spectrometer …….……

Experiment : Lab 3 : Michelson Interferometer ……..

Experiment : Lab 4: Single Slit Diffraction ……..

Experiment : Lab 5 : Polarization of Light ……..

Electricity

Experiment : Lab 6 : Electrostatic Charging ……..

Experiment : Lab 7 : Capacitors ……..

Laboratory Basic Information:

أولا : البيانات الأساسية للمعمل

اسم المعمل	مجمع الفيزياء الهندسية
القسم العلمى	الرياضيات و الفيزياء الهندسية
المشرف	أ.د. عابد محمد نصر
مهندس المعمل	ـــــ
أمين المعمل	أ/ صباح أبو خليل – أ/ محمد سامى
التليفون	1270
الموقع بالنسبة للكلية	الناحية البحرية
مساحة المعمل	296 متر مربع

Laboratory Instruments:

ثانيا : قائمة بالاجهزة و المعدات الموجودة بالمعمل

النوع	الحالة	العدد
قدمة ذات ورانية	يعمل	33 + 1 بلاستيك + 2 نموذج توضيحى
	غير مكتمل أو لا يعمل	7
ميكرومتر	يعمل	18
تدريج زمبركى بالحامل	يعمل	25
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مسطرة بقاعدة تثبيت	يعمل	25
	غير مكتمل أو لا يعمل	
بندول	يعمل	41
	غير مكتمل أو لا يعمل	
ساعة ايقاف	يعمل	32
	غير مكتمل أو لا يعمل	33
مسطرة كبيرة	يعمل	33
	غير مكتمل أو لا يعمل	
حامل لتثبيت السلك و الاثقال	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
سلك معدنى بطول 1 متر	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
عدد من الأثقال مساوية القيمة	يعمل	30
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مؤشرميكروميتر لقياس التمدد فى السلك المعدنى	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مولد اهتزازات	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
حامل تثبيت	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
بكرة خيط	يعمل	1
	غير مكتمل أو لا يعمل	
عدد من الأثقال فئة 50 جم	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مخبار مدرج زجاجى	يعمل	31
	غير مكتمل أو لا يعمل	
اسطوانة مفرغة	يعمل	31
	غير مكتمل أو لا يعمل	

قدمة ذات ورانية	يعمل	20
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مسطرة صغيرة	يعمل	82
	غير مكتمل أو لا يعمل	
شوكات رنانة	يعمل	164
	غير مكتمل أو لا يعمل	
نموذج عربة متغير السرعة	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مرسل و مستقبال موجات صوتية soinc	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مسار مدرج لسير العربة	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
ساعة إيقاف	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
أسيلوسكوب رقمى	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
سخان كهربى	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
قضيب معدنى معزول و قابل للتمدد	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
أنابيب توصيل	يعمل	20
	غير مكتمل أو لا يعمل	
غلاية بخار	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
ثرموميتر زئبقى	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
سخان كهربى	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
غلاية بخار	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
أنابيب توصيل	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
قاعدة تثبيت	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
نماذج من مواد مختلفة لاختبارها	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
سخان كهربى	يعمل	3
	غير مكتمل أو لا يعمل	

مسار معدنى	يعمل	3
	غير مكتمل أو لا يعمل	
أنابيب توصيل	يعمل	3
	غير مكتمل أو لا يعمل	
قاعدة تثبيت	يعمل	3
	غير مكتمل أو لا يعمل	
ثرموميتر رقمى	يعمل	12
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مخبار مدرج حرارى	يعمل	18
	غير مكتمل أو لا يعمل	
حامل تثبيت مخبار	يعمل	18
	غير مكتمل أو لا يعمل	
اسفيروميتر	يعمل	11
	غير مكتمل أو لا يعمل	4
حامل عدسات معدنى	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
عدسة محدبة	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مرأة مقعرة	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
حائل	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مرآة مستوية	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مصدر ضوئى	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
منشور زجاجى	يعمل	119
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مصدر ضوئى (صوديوم – زئبق)	يعمل	4
	غير مكتمل أو لا يعمل	2
اسبكترومتر متغير الزوايا	يعمل	8
	غير مكتمل أو لا يعمل	4
نموذج مايكلسون	يعمل	4
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مصدر ضوئي	يعمل	4
	غير مكتمل أو لا يعمل	
طاولة ضوئية	يعمل	4
	غير مكتمل أو لا يعمل	
شاشة لاستقبال النموذج	يعمل	4

	غير مكتمل أو لا يعمل	
عدسة حلقات نيوتن	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مصدر ضوئي	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
ميكروسكوب ضوئى	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
منشور فرينل	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مصدر ضوئي	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
طاولة ضوئية	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
شاشة لاستقبال النموذج	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
شق احادى	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مصدر ضوئي	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
شاشة لاستقبال النموذج	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
محزوز حيود	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مصدر ضوئي	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
اسبكترروميتر	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
زوج مستقطبات	يعمل	9
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مصدر ضوئي	يعمل	9
	غير مكتمل أو لا يعمل	
جهاز قياس شدة الإضاءة	يعمل	8
	غير مكتمل أو لا يعمل	
طاولة ضوئية	يعمل	9
	غير مكتمل أو لا يعمل	
أنبوبة بلاستيكية	يعمل	31
	غير مكتمل أو لا يعمل	
موازين حساسة	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	10

قطع قماش مختلفة	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
لوحة توصيل	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مقاومات مختلفة	يعمل	20
	غير مكتمل أو لا يعمل	
ملتيميتر رقمى	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
أسلاك توصيل	يعمل	40
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مكثف ذو ألواح متوازية	يعمل	6
	غير مكتمل أو لا يعمل	
ملتيميتر لقياس السعة الكهربية	يعمل	6
	غير مكتمل أو لا يعمل	
أسلاك توصيل	يعمل	16
	غير مكتمل أو لا يعمل	
ألواح من مواد عازلة مختلفة لاختبارها	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
قنطرةويتستون	يعمل	17
	غير مكتمل أو لا يعمل	
جلفانومتر	يعمل	17
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مقاومة متغيرة معلومة	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مقاومة مجهولة	يعمل	10+ علبتين مقاومات
	غير مكتمل أو لا يعمل	
لوحة توصيل صغيرة	يعمل	7
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مغناطيس دائم	يعمل	28
	غير مكتمل أو لا يعمل	20
طاولة تثبيت	يعمل	20
	غير مكتمل أو لا يعمل	
بوصلة مدرجة	يعمل	9
	غير مكتمل أو لا يعمل	2
فولتميتر	يعمل	13
	غير مكتمل أو لا يعمل	1
أميتر	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	1

مصدر كهربى	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
لوحات توصيل كبيرة	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
أنبوبة زجاجة	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
طاولة خشبية مدرجة	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
جلسرين	يعمل	5 جركن
	غير مكتمل أو لا يعمل	
كرات معدنية مختلفة الأقطار	يعمل	2 كيس
	غير مكتمل أو لا يعمل	
ميكرومتر	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
ساعة ايقاف	يعمل	15
	غير مكتمل أو لا يعمل	
زئبق	يعمل	3 كجم
	غير مكتمل أو لا يعمل	
أنبوبة شعرية طويلة	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
أنبوبة شعرية طويلة	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مخبار مدرج صغير	يعمل	10
	غير مكتمل أو لا يعمل	
أطباق لإحتواء الزئبق	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
موازين رقمية	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مرآة فرينل	يعمل	1
	غير مكتمل أو لا يعمل	
عدسات محدبة و مقعرة	يعمل	5
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مصدر ضوء ليزر	يعمل	1
	غير مكتمل أو لا يعمل	
ملتيميتر عالى الدقة	يعمل	
	غير مكتمل أو لا يعمل	2
مصدر ليزر	يعمل	1
	غير مكتمل أو لا يعمل	
تلسكوب عاكس	يعمل	2

	غير مكتمل أو لا يعمل	
حامل كبير متعدد الأغراض	يعمل	1
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مولد موجات	يعمل	3
	غير مكتمل أو لا يعمل	
راسم إشارات	يعمل	4
	غير مكتمل أو لا يعمل	
دائرة interface عامة للحاسوب	يعمل	1
	غير مكتمل أو لا يعمل	
دائرة interface مع موتور ذو خطوة للحاسوب	يعمل	1
	غير مكتمل أو لا يعمل	
محرك ذو خطوة	يعمل	2
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مكبر فرقى	يعمل	1
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مصدر كهربى متردد بقيم متعددة	يعمل	1
	غير مكتمل أو لا يعمل	
ميكروسكوب ضوئى	يعمل	1
	غير مكتمل أو لا يعمل	
مقياس معامل إنكسار آبى	يعمل	1
	غير مكتمل أو لا يعمل	
بروجكتور	يعمل	2
	غير مكتمل أو لا يعمل	
أجهزة كمبيوتر	يعمل	6
	غير مكتمل أو لا يعمل	
ماكينة تصوير	يعمل	1
	غير مكتمل أو لا يعمل	
نظام صوتى	يعمل	2
	غير مكتمل أو لا يعمل	
شاشة ذكية	يعمل	1
	غير مكتمل أو لا يعمل	
سبورة	يعمل	3
	غير مكتمل أو لا يعمل	

Laboratory Experimental List:

ثالثا : قائمة بالتجارب التى تؤدى داخل المعمل

م	التجربة		الغرض منها
1	Properties	القياسات الدقيقة	تدريب الطالب على استخدام القدمة ذات الورنية و الميكروميتر فى قياس الأبعاد بدقة عالية
2	Properties	تعيين ثابت الياي (قانون هوك)	تحقيق قانون هوك للمرونة عمليا و حساب ثابت الياى
3	Properties	إيجاد عجلة الجاذبية الأرضية باستخدام البندول البسيط	تعيين عجلة الجاذبية الأرضية
4	Properties	الموجات الموقوفة	دراسة خواص الموجات الموقوفة فى وتر مثبت
5	Properties	إيجاد سرعة الصوت في الهواء بإستخدام رنين عمود هوائي مقفل من طرف واحد	تعيين سرعة الصوت فى الهواء باستخدام الرنين فى الاعمدة المغلقة
6	Heat	تعيين معامل التمدد الطولي للمواد الصلبة	تعيين معامل التمدد الحرارى لمادة قضيب معدنى
	Heat	تعيين معامل التوصيل الحرارى لمادة معدن	دراسة الإنتقال الحرارى فى مادة معدن و تعيين معامل التوصيل الحرارى له
	Heat	درجة حرارة انصهار الشمع	تعيين درجة حرارة الإنصهار للشمع
7	Optics	الإسفيروميتر	تدريب الطالب على كيفية استخدام الاسفيروميتر فى حساب نصف قطر تكور الأشكال المنحنية
8	Optics	تعيين معامل انكسار منشور زجاجي باستخدام مقياس الطيف Spectrometer	تعيين معامل انكسار مادة منشور زجاجى من خلال تحقيق قانون سنل
9	Optics	مقياس التداخل لمايكلسون	تعيين الطول الموجى لمصدر احادى من خلال دراسة نموذج التداخل لمايكلسون
10	Optics	دراسة التداخل فى الضوء من خلال الحيود	تعيين الطول الموجى لمصدر ضوئى احادى من خلال دراسة الحيود فى الشق الأحادى
11	Optics	تحقيق قانون Malus لاستقطاب الضوء	تحقيق قانون Malus لاستقطاب الضوء
12	Electricity	الشحن الإستاتيكى	حساب الشحنة الإستاتيكية على اسطوانة من البلاستيك باستخدتم شروط الاتزان
13	Electricity	دراسة المكثفات و حساب السعة الكهربية و ثابت العزل الكهربى	دراسة خواص المكثف ذو الألواح المتوازية و تعيين ثتبت العزل الكهربة لمادة عازلة.

4:Laboratory Community Beneficiaries:

رابعا : الخدمات المجتمعية داخل المعمل

- **عدد المستفيدين من المعمل 1026 طالب أسبوعيا إضافة إلى طلاب الدراسات العليا.**
- **الجهات التى تتعاون مع المعمل : لا يوجد**
- **الدخل السنوى للمعمل : لا يوجد.**
- **الجهات الممولة لأنشطة المعمل : لا يوجد.**
- **المشاريع التنافسة التى يشارك بها المعمل : لا يوجد**

5:Laboratory Student Beneficiaries:

خامسا : الخدمات الطلابية التى يؤديها المعمل

عدد الطلاب المستفيدين من المعمل	1026 طالب
الأقسام العلمية المستفيدة من المعمل	قسم الرياضيات و الفيزياء الهندسية
الفرق الدراسية المستفيدة من المعمل	الفرقة الإعدادية و المستوى 000 من البرامج البينية
المقررات الدراسية التى تستفيد من المعمل	(فيزياء 1 – فيزياء 2) (فيزياء تجريبية – بصريات تطبيقية)
الأنشطة الطلابية داخل المعمل	لا يوجد
عدد طلاب الدراسات العليا المستفيدين من المعمل	5 طلاب ضمن تأهيلى و تمهيدى ماجستير و دكتوراه الفيزياء الهندسية
عدد الرسائل العلمية التى تمت فى المعمل	3 رسائل ماجستير (د. حاتم شعيشع – د. محمد فرحات – د. سامى فرحات)
عدد الدورات العلمية التى تمت داخل المعمل	لا يوجد
المسابقات العلمية التى شارك بها الطلاب المستفيدين من المعمل	لا يوجد

6:Laboratory Experiments:

خامسا : التجارب المعملية

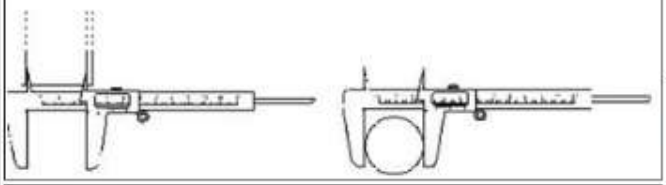
تجارب فيزياء (1)

القدمة ذات الورنية (Vernier caliper)

القدمة ذات الورنية من أدوات القياس التي تستخدم في قياس الأطوال إلي أقرب جزء من المليمتر. تتمكن من قراءة الكسور الموجودة علي مسطرة القياس الرئيسية بدقة قياس عالية. عادة ما تكون هذه الدقة ب (1/10 mm = 0.1) أو (1/20 mm = 0.05) أو (1/50 mm = 0.02).

استخدام القدمة ذات الورنية في القياس :

تستخدم في قياسات الأبعاد الخارجية و الداخلية و أعماق الثقوب في القطع و المشغولات.

	External Measurements	أ - الأبعاد الخارجية
	Internal Measurements	ب - الأبعاد الداخلية
	Depth Measurements	ج - أعماق الثقوب

تركيب القدمة ذات الورنية:

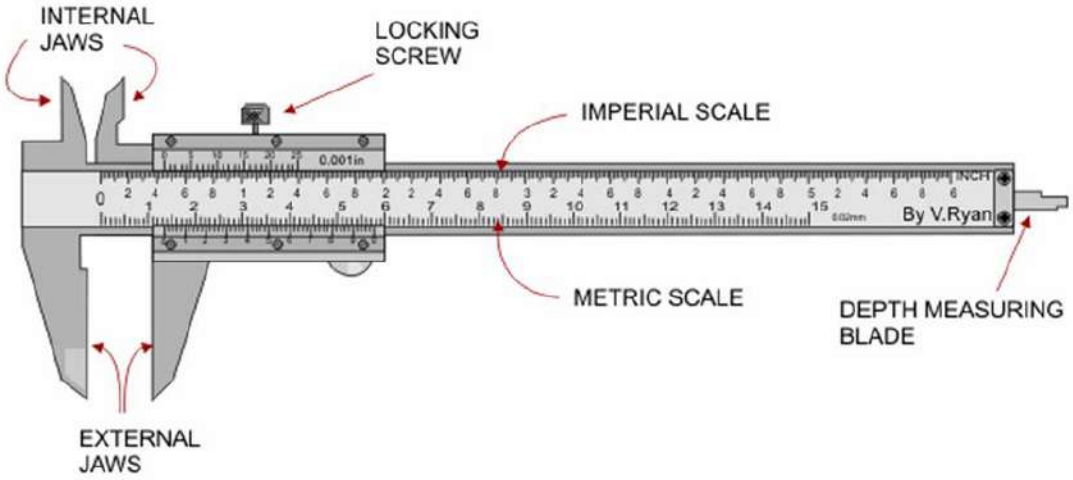


Figure 1.1: Vernier caliper – Source: www.industrybuying.com (Accessed: September 6, 2020)

1. الجزء الثابت :

يحتوي علي فك ثابت (Fixed jaw) متصل بمسطرة القياس الرئيسي (main scale) . مسطرة القياس الرئيسي عادة تكون مدرجة بالمليمتر(mm) من جهة وبالبوصة (inch) من جهة أخري.

2. الجزء المتحرك :

يحتوي علي الفك المتحرك (movable jaw) وورنية القياس (vernier scale) . ورنية القياس مدرجة بأجزاء الميلمتر المتمثل في دقة الجهاز.

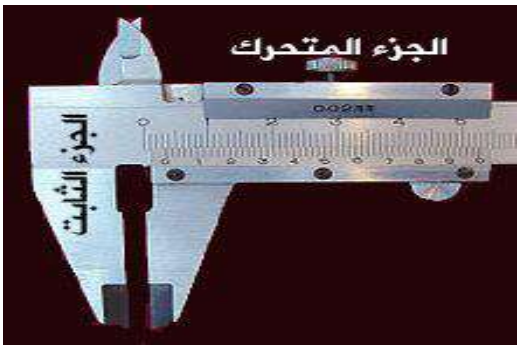


Figure 1.2: Vernier caliper

طريقة قراءة قياس القدمة ذات الورنية:

1- نضع الجسم المراد إيجاد طوله بين فكي القدمة ذات الورنية.

2- نسجل قراءة الثابت وهي القراءة التي يشير إليها صفر المتحرك على الجزء الثابت من المسطرة ونأخذ القراءة الأقل.

3- نبحث عن أي خط من التدريج المتحرك منطبق على أي خط من التدريج الثابت ثمّ نحسب ترتيبه ونضرب في دقة الجهاز مثلاً 0.02 mm أو 0.05 mm .

4- نجمع القراءة على الثابت والقراءة على المتحرك لنحصل على القراءة الكلية.

مثال:

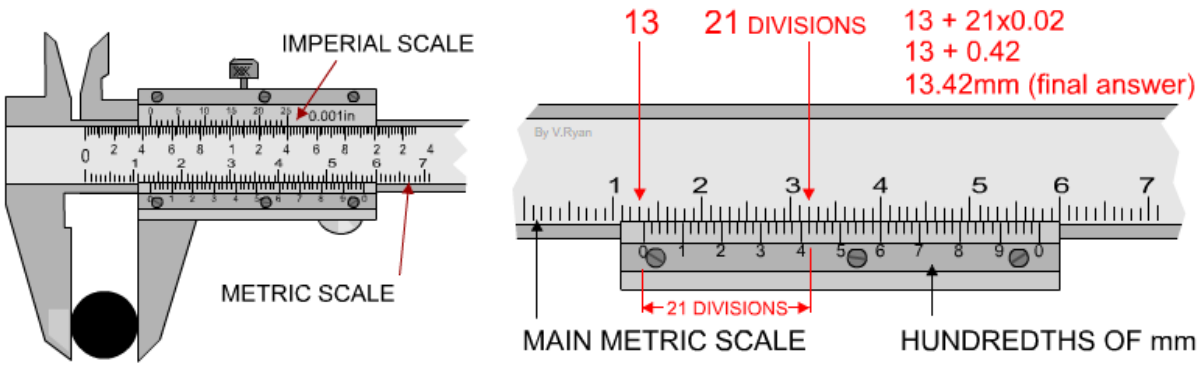


Figure 1.3: Vernier caliper – Source: https://technologystudent.com/

(Accessed: September 6, 2020)

1. خط صفر التدريج المتحرك يقع علي التدريج الثابت بين 13 mm و 14 mm فنأخذ القراءة الأقل وهي 13 mm وهي تمثل قراءة الثابت.

2. بالنسبة لقراءة التدريج المتحرك فهو مقسم إلي 50 جزء وبالتالي دقة الجهاز (1/50 = 0.02 mm) حيث أن رقم 1 يشير إلي 5 خطوط ورقم 2 يشير إلي 10 خطوط وهكذا وبالنظر نجد الخط المطابق هو الخط رقم 21 وبذلك فتكون قراءة التدريج المتحرك (21 × 0.02 = 0.42).

3. القراءة الكلية = (13 mm + 0.42 mm = 13.42 mm = 1.342 cm) .

تمارين و تدريبات عملية :
قم بحساب قياس الأطوال في الأشكال الاتية:

(1)

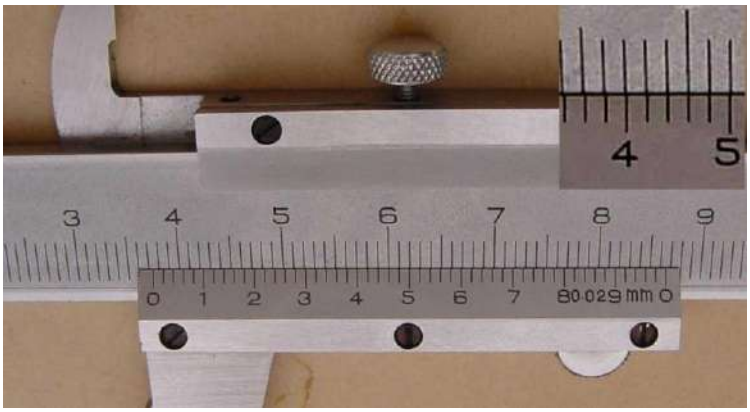


Figure 1.4: Vernier caliper – Source: http://www.phy.uct.ac.za/ (Accessed: September 6, 2020)

قراءة التدريج الثابت = ...
قراءة التدريج المتحرك = ...والقراءة الكلية = ...

(2)

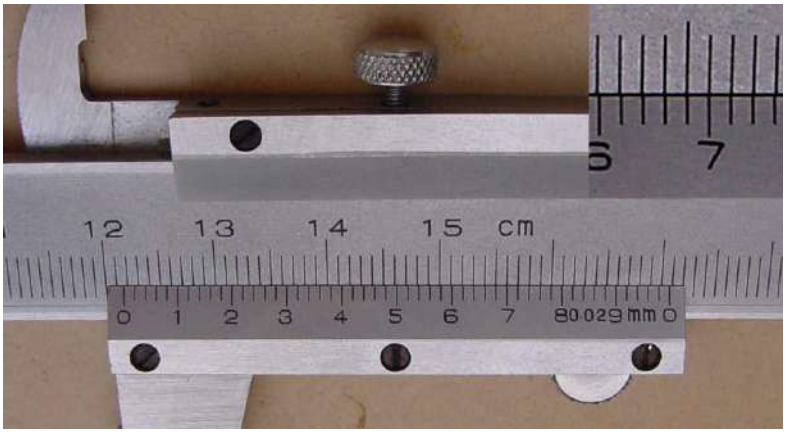


Figure 1.5: Vernier caliper – Source: http://www.phy.uct.ac.za/ (Accessed: September 6, 2020)

قراءة التدريج الثابت = ...
قراءة التدريج المتحرك = ...والقراءة الكلية = ...

الميكرومتر (Micrometer caliper)

الميكرومتر يعتبر أحد أدق أجهزة قياس الأبعاد المتوفرة في ورشات التشغيل والمختبرات . دقة الميكرومتر تصل ل 0.01 مم وقد تصل في بعض الأجهزة قيمة دون ذلك مثل 0.001 مم.

تركيب الميكرومتر اللولبي:

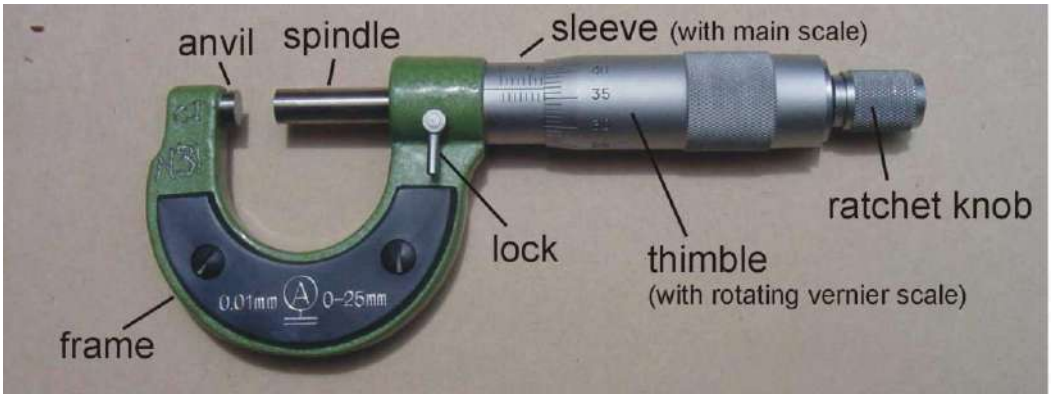


Figure 2.1: Micrometer caliper – Source: http://www.phy.uct.ac.za

(Accessed: September 8, 2020)

3. الجزء الثابت :

ويحتوي على إطار (Frame) على شكل حرف (U) لحمل بقية مكونات الجهاز الثابتة والمتحركة منها. يسند الإطار كل من العمود الساند (Anvil) وعمود القياس (Spindle) الذين يستعملان لتثبيت الشغلة المراد قياس أبعادها. كذلك يحمل إطار الجهاز التدرج الرئيسي للقياس أو أسطوانة التدرج الطولي (Sleeve with main scale). يكون التدرج الرئيسي للقياس مدرج بالمليمتر (1 mm) من جهة وب (0.5 mm) من الأسفل.

4. الجزء المتحرك :

الجزء المتحرك هو جلبة القياس (thimble with rotating vernier scale) التي إذا قمنا بتحريكها حركة دورا نية عن طريق المسمار الجاس (Ratchet Knob) فيتحرك عمود القياس لتثبيت الشغلة المراد قياسها. عادة ما تكون محيط جلبة القياس مقسم إلى 50 تدرج ويسمح تحريكها دورة كاملة بالتقدم بمقدار 2/1 مم = 0.5 مم. من هنا يمكن استخلاص دقة الجهاز بقيمة : 50/0.5 = 100/1 = 0.01 مم.

طريقة قراءة قياس الميكرومتر اللولبي:

1- يعين الخطأ الصفري بأن نجعل الفكان (Anvil and Spindle) يتلامسان تماما. يقدر الخطأ الصفري بعدد الأقسام علي الحافة الدائرية المقابلة لصفر المقياس الأفقي الثابت ثم إضافة هذا الخطأ أو طرحه من القراءة النهائية.

2- يوضع الجسم المراد قياس أبعاده بين فكي الميكرومتر ونجعل الفك المتحرك (Spindle) يلامس الجسم دون ضغط.

3- يتم أخذ قراءة (main scale) التدريج الرئيسي للقياس مدرج بالمليمتر (1 mm) من جهة و وب (0.5 mm) من الأسفل ثم إضافة قراءة التدريج المتحرك (rotating vernier scale) .

مثال تطبيقي (1):

Figure 2.2: Micrometer caliper – Source: http://www.phy.uct.ac.za
(Accessed: September 8, 2020)

1. قراءة التدريج الثابت : (كما هو موضح بالشكل السابق) في التدريج الأعلي يظهر 7 خطوط = 7 mm.

2. قراءة التدريج المتحرك : خط التدريج الثابت الأفقي يناظره خط رقم 38 من التدريج المتحرك = 0.01 ×38) mm) = 0.38 mm

3. القراءة الكلية = (7 +0.38 = 7.38 mm)

مثال تطبيقي (2):

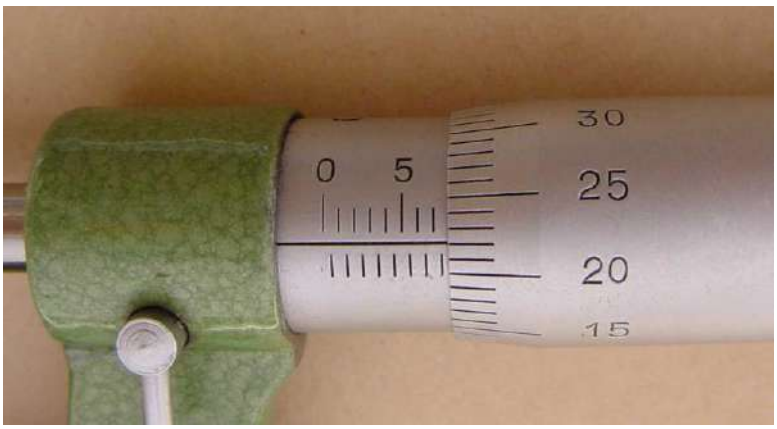


Figure 2.3: Micrometer caliper – Source: http://www.phy.uct.ac.za
(Accessed: September 8, 2020)

1. قراءة التدريج الثابت : (كما هو موضح بالشكل السابق) في التدريج الأعلي يظهر 7 خطوط وخط اضافي بعدها في التدريج الأسفل = 7.5 mm.

2. قراءة التدريج المتحرك : خط التدريج الثابت الأفقي يناظره خط رقم 22 من التدريج المتحرك = 0.01 ×22) mm) = 0.22 mm

3. القراءة الكلية = (7.5 + 0.22 = 7.72 mm)

تمارين و تدريبات عملية :

قم بحساب قياس الأطوال في الأشكال الاتية:

(1)

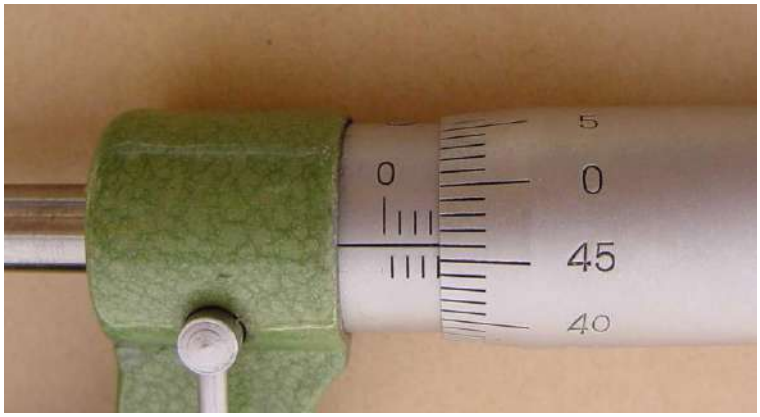


Figure 2.4: Micrometer caliper – Source: http://www.phy.uct.ac.za
(Accessed: September 8, 2020)

قراءة التدريج الثابت = ...
قراءة التدريج المتحرك = ...
القراءة الكلية = ...

(2)

Figure 2.5: Micrometer caliper – Source: http://www.phy.uct.ac.za
(Accessed: September 8, 2020)

قراءة التدريج الثابت = ...
قراءة التدريج المتحرك = ...
القراءة الكلية = ...

تعيين ثابت الياي (قانون هوك)

نظرية التجربة :

Hooke’s law:

The law of elasticity discovered by the English scientist Robert Hooke in 1660, which states that, for relatively small deformations of an object, the displacement or size of the deformation is directly proportional to the deforming force or load.

ينص قانون هوك علي أن التغير المرن الحادث نتيجة تأثير قوة يتناسب طرديا مع التغير الحادث. المواد التي ينطبق عليها قانون هوك تقريبًا هي مواد ذات مرونة خطية.

إذا أخذنا في الإعتبار جسم مثبت في ياي وأثرت قوة شد أو ضغط علي الياي لمسافة صغيرة من موضع إتزانه فإن الياي يؤثر بقوة (F) علي الجسم.

$$F = -K\,X$$

F : القوة المؤثرة
X : الإزاحة الحادثة نتيجة لتأثير القوة.
K : ثابت الياي (لقياس مدي قدرة الياي علي مقاومة التغير الحادث)

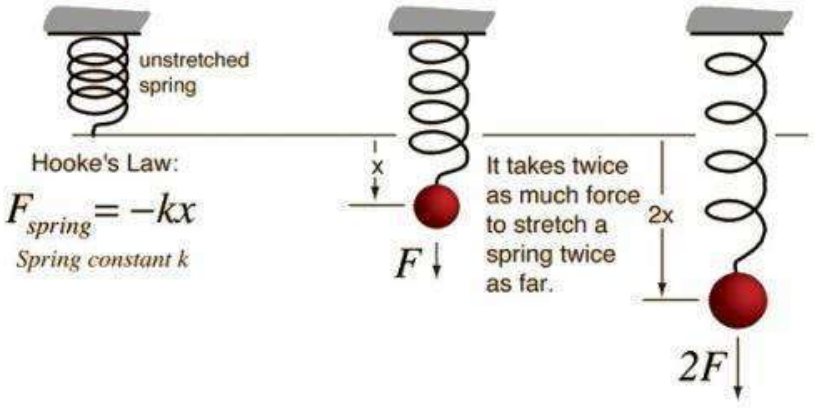


Figure 4.1: Hook’s law (the relationship between force and displacement) – Source: https://phys.org/ (Accessed: September 11, 2020)

الجهاز المستخدم:

Figure 4.2: Hooke's Law experimental arrangement– Source: https://hurtwoodscience.wordpress.com/ (Accessed: September 11, 2020)

يتكون من :

5. ياي(Spring) .
6. مجموعة من الأثقال صغيرة الكتلة.
7. مقياس مدرج لقياس مقدار الإزاحة.
8. قضيب لتثبيت الياي.

خطوات التجربة:

1- تعيين الإزاحة الإبتدائية (X_0) بالنظر للمقياس المدرج (القيمة المناظرة لنهاية الياي).

2- ضع الأثقال بالتدريج وقس قيمة الإزاحة (X) بعد إضافة كل وزن وكذلك قم بحساب وزن كل ثقل بالعلاقة الآتية.

$$F = m\,g$$

F : وزن الثقل

m : كتلة الثقل

g : عجلة الجاذبية الأرضية

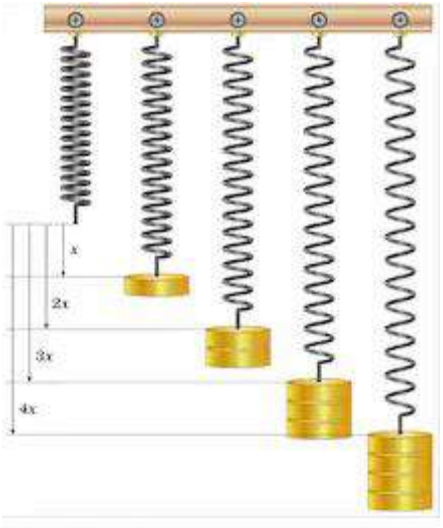


Figure 4.3: Hooke's Law experimental arrangement– Source: www.shutterstock.com

(Accessed: September 12, 2020)

3-سجل النتائج المتمثلة في قيمة القوة (الوزن F) و التغيرفي الإزاحة $(X - X_0)$ (Extension) في الجدول التالي.

التغير في الإزاحة $(X - X_0)$ m	القوة (**F**) (الوزن) N	
		1
		2
		3
		4

4- ارسم علاقة بين القوة (الوزن) علي الإحداثي الرأسي وبين التغير في الإزاحة علي المحور الأفقي (علاقة خطية) كما في الشكل التالي.

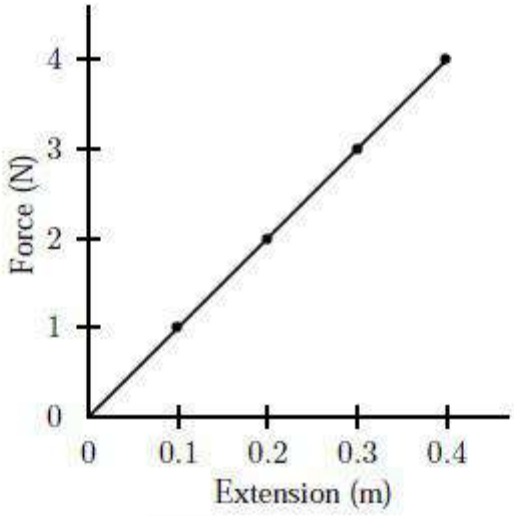


Figure 4.4: The relationship between extension of a spring and the force applied to it.– Source: http://engineers4world.blogspot.com/ (Accessed: September 12, 2020)

5- ميل الخط المستقيم يمثل ثابت الياي (K).

$$\text{Slope} = \frac{F}{X}$$

K= Slope = …….N/m

إيجاد عجلة الجاذبية الأرضية باستخدام البندول البسيط

نظرية التجربة :

إذا علق جسم صغير في نهاية خيط رفيع مثبت من طرفه العلوي وأزيح بزاوية صغيرة عن وضعة الرأسي ثم ترك بعد ذلك فإنه سوف يتذبذب في حركة دورية حول وضعه الأصلي . حركة الجسم هذه هي حركة توافيقية بسيطة (Simple harmonic motion) أي أن عجلة الكتلة الصغيرة المهتزه تتناسب مع إزاحتها عن الموضع الأصلي بحيث تتجه دائما نحو هذا الوضع.

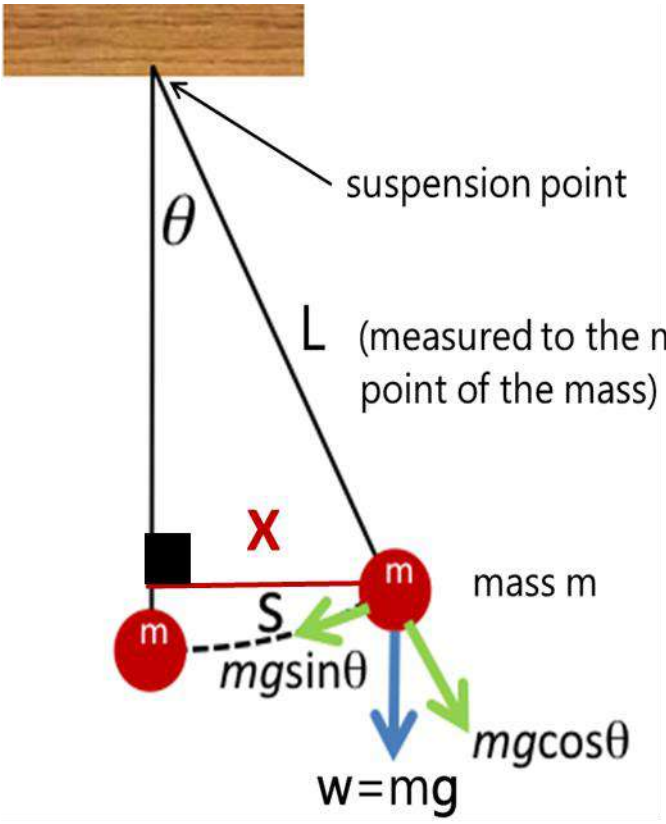


Figure 3.1: Simple Pendulum – Source: http://skipper.physics.sunysb.edu/

(Accessed: September 10, 2020)

- الجسم يتخذ مسارا علي هيئة قوس يحصر زاوية 2θ.

- الإزاحة الأفقية (X) تعطي بالعلاقة : $X = L\,\theta$, حيث L : طول الخيط , θ: الزاوية
- حركة الجسم حركة توافيقية وبذلك فإن قوة الإستعادة تعطي بالعلاقة التالية:

$$F = -K\,X = -K\,L\,\theta \qquad (1)$$

- عند تحليل وزن الجسم (mg) نحصل علي مركبتين وهما (mg sin θ) في اتجاه (arc S) أي في الاتجاه السالب والمركبة الأخري هي (mg cos θ) في عكس اتجاه قوة الشد للخيط مما يجعل قيمة هذه المركبة تتلاشي مع قيمه قوة شد الخيط .

- القوة المؤثرة في اتجاه (arc S) = (– mg sin θ) وحيث أن الزاوية θ صغيرة فإن (sin θ ≈ θ) وبالتالي تصبح القوة كالآتي:

$$F = -m\,g\,\theta \qquad (2)$$

- بمساواه المعادلتين (1) و (2) :

$$-K\,L\,\theta = -m\,g\,\theta$$
$$K\,L = m\,g$$
$$\frac{m}{K} = \frac{L}{g}$$

- <u>الزمن الدوري (T) يعطي بالعلاقة الآتية:</u>

$$T = 2\,\pi\,\sqrt{\frac{m}{k}}$$

وبالتعويض:

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

$$= T^2\,4\,\pi^2\;\;\frac{L}{g}$$

- عجلة الجاذبية الأرضية(g) :

$$g = 4\,\pi^2\;\;\frac{L}{T^2}$$

g : عجلة الجاذبية الأرضية.
L: طول الخيط.
T: زمن ذبذبة كاملة.

الجهاز المستخدم:

Figure 3.2: Simple pendulum

يتكون من :

9. كرة صغيرة من النحاس أو الألومنيوم , خيط طوله حوالي 1 m تربط به الكرة ويثبت من أعلي في حامل رأسي.

10.مسطرة.

11.ساعة إيقاف.

خطوات التجربة:

1- قس طول الخيط (L) من مركز الكرة إلي نقطة التعليق.

2- قم بإزاحة الكرة إزاحة صغيرة عن موضعها الأصلي وا رصد حركة البندول مع مراعاة أن يتحرك في مستوي رأسي واحد دون أن يدور.

3-احسب الزمن الذي يستغرقه البندول لحدوث 20 ذبذبة كاملة.

4- احسب متوسط زمن الذبذبة $= \frac{\text{زمن 20 ذبذبة كاملة}}{20}$.

5- كرر الخطوات السابقة مع تغيير طول خيط البندول مع تسجيل النتائج في الجدول التالي.

	طول خيط البنول cm (L)	زمن 20 ذبذبة كاملة (20 T)	متوسط زمن الذبذبة (T)	(متوسط زمن الذبذبة)٢ (T^2)
1				
2				
3				
4				
5				

6- قم برسم العلاقة بين L و T^2 , مثل L علي الإحداثي الأفقي و T^2 علي الإحداثي الرأسي كما في Figure 3.3.

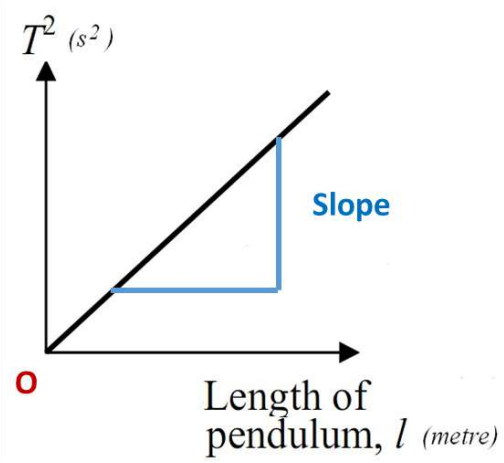


Figure 3.3: The graph of T^2 versus L

7- يتم أخذ مقياس رسم مناسب لكل من (L) و (T^2) مع مراعاة ظهور نقطة الأصل(O) في الرسم .

8- قم بتمثيل القراءت بيانيا في ورقة الرسم البياني , ثم رسم خط مستقيم يمر بنقطة الأصل وأكثر عدد من النقاط الممثلة بيانيا كما يتضح في Figure 3.4.

Figure 3.4: The graph of T^2 versus L

9- قم بحساب ميل ذلك الخط المستقيم (Slope).

$$\text{Slope} = \frac{L}{T^2}$$

10- احسب عجلة الجاذبية الأرضية:

$$g = 4\,\pi^2\ \frac{L}{T^2}$$

$$g = 4\,\pi^2\ \frac{1}{slope}$$

الموجات الموقوفة

نظرية التجربة :

يتم دراسة ظاهرة الموجات الموقوفة فى وتر مثبت و حساب الطول الموجى من خلال النمط الإهتزازى للموجات و طول الوتر.

Standing wave (Stationary wave) :

- A Mechanical wave results from the superposition of two waves of the same amplitude, frequency and phase traveling at opposite directions between two fixed points.
- The result is a form of vibrating but non-travelling waves.

- الموجات الموقوفة هى أحد أشكال الموجات الميكانيكية تنتج نتيجة التداخل بين موجتين لهما نفس سعة الإهتزازة و التردد و الطور تنتشران فى اتجاهين متعاكسين ما بين نقطتى تثبيت
- الناتج يكون شكل من الموجات يتسم بالطبيعة الإهتزازية و لكن لا غير قابلة للإنتقال خارج نطاق التثبيت.
- تأخذ الموجات الموقوفة الشكل التالى:

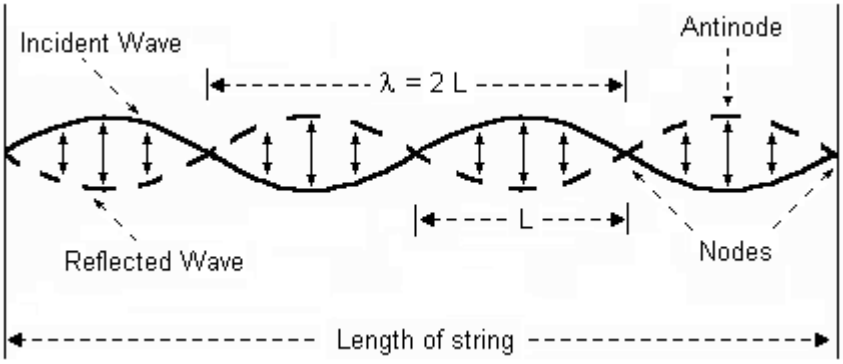


Figure 6.1: A standing wave is created when an incident and reflected wave have identical amplitudes, wavelengths and velocities– Source: 224 Physics Lab: Standing Waves (clemson.edu) (Accessed: August 23, 2022)

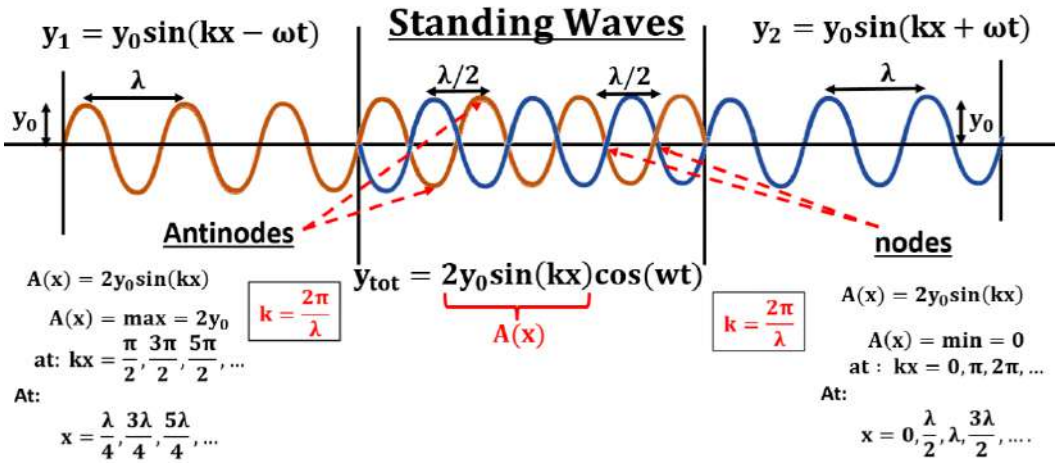


Figure 6.2: Standing waves

- و بالتالى نلاحظ أن المسافة بين أى بطنين (antinodes) أو عقدتين (nodes) تساوى نصف الطول الموجى للموجة
- و عليه بمعرفة طول الوتر و عدد العقد أو البطون المتكونة يمكن حساب الطول الموجى مما يلى:

$$\lambda = \frac{L}{n/2} = \frac{L}{m/2} \qquad (1)$$

حيث :

L : طول الوتر (m)

n : عدد البطون الكاملة antinodes المتكونة مع الإهتزاز

m: عدد العقد nodes المتكونة مع الإهتزاز(بما فيها نقط التثبيت على الأطراف)

λ : الطول الموجى (m)

الجهاز المستخدم :

Figure 6.3: The apparatus of producing a standing wave

يتكون من:

1- وتر بطول متغير.

2- بكرة متصلة بذراع تثبيت.

3- أثقال لشد الوتر.

4- مولد ذبذبات.

5- مصدر كهربى لتشغيل مولد الذبذبات.

6- مسطرة لقياس الطول.

خطوات التجربة :

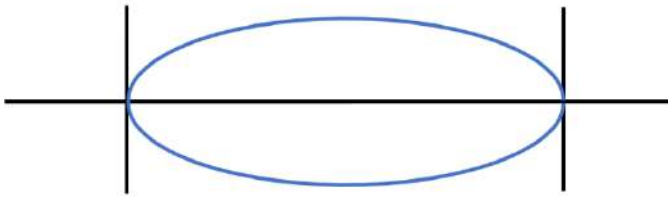
1- - قم بتثبيت أحد أطراف الخيط فى مولد الذبذبات.

2- قم بتمرير الطرف الآخر للخيط على البكرة و ثبت فى الطرف الآخر عدد 7 أثقال (إضافة للحامل)

3- قم بالتأكد أن الوتر فى وضع افقى من خلال التحكم فى ذراع التثبيت.

4- قم بتوصيل مولد الذبذبات بالمصدر و ابدأ التشغيل

5- قم بالتعديل فى طول الوتر من خلال تحريك مولد الذبذبات حتى تحصل على بطن واحدة (1 antinode)



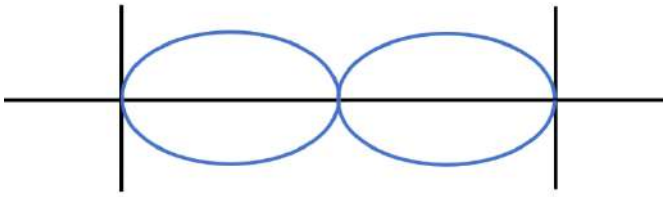
6- قم بقياس طول الوتر المحتوى على بطن واحدة.

$L_1 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots m$

7- قم بحساب الطول الموجى من العلاقة (1) :

$$\lambda_1 = \frac{L_1}{n/2} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots m$$

8- قم بالتعديل فى طول الوتر من خلال تحريك مولد الذبذبات حتى تحصل على بطنين (2 antinode)



9- قم بقياس طول الوتر المحتوى على بطنين.

$L_2 =$.....m

10- قم بحساب الطول الموجى من العلاقة (1) :

$$\lambda_2 = \frac{L_2}{n/2} =$$.....m

11- قم بتكرار الخطوات السابقة للحصول على 3 بطون (3 antinodes) و أربع بطون (4 antinodes) و قم بقياس طول الوتر و حساب الطول الموجى.

$L_3 =$.....m

$$\lambda_3 = \frac{L_3}{n/2} =$$.....m

$L_4 =$.....m

$$\lambda_4 = \frac{L_4}{n/2} =$$.....m

12- قم بحساب متوسط الطول الموجى من :

$$\lambda_{ave} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4}{4} =$$.....m

إيجاد سرعة الصوت فى الهواء بإستخدام رنين عمود هوائى مقفل من طرف واحد

نظرية التجربة :

- إذا قربنا أحد طرفي شوكة رنانة من عمود هوائي مقفل من احدي طرفيه فانه عند طول معين لهذا العمود يصبح الرنين أقوي ما يمكن.
- في هذه الحالة فإن طول عمود الهواء (L_1) يساوي (λ /4) حيث (λ) الطول الموجي للصوت,(L_1) طول عمود الهواء. ولكن نتيجة تأثير طرفي العمود فتصحح العلاقة كما يلي :

$$\frac{\lambda}{4} = L_1 + 0.6\,R \qquad (1)$$

R : نصف قطر عمود الهواء.

- من الممكن أن يسمع الرنين عند طول آخر لعمود الهواء (L_2) وفي هذه الحالة تصبح العلاقة :

$$\frac{3}{4}\,\lambda = L_2 + 0.6\,R \qquad (2)$$

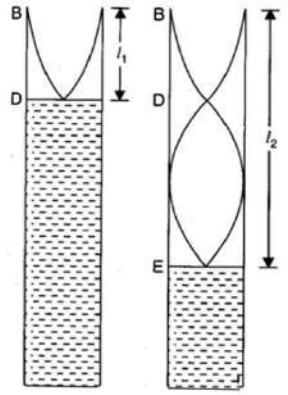


Figure 5.1: Resonance tube – Source: https://www.learncbse.in/ (Accessed: September 15, 2020)

- العلاقة بين تردد الشوكة (f) وسرعة الصوت (v) تعطي بالعلاقة:

$$\lambda f = \mathrm{v} \qquad (3)$$

الجهاز المستخدم:

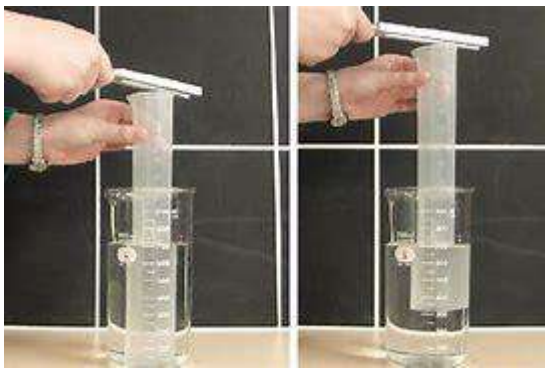


Figure 5.2: Sound resonance in a tube– Source: https://demos.smu.ca/

(Accessed: September 15, 2020)

الأدوات:

1. ثلاثة شوكات رنانة معلومة التردد وشوكة مجهولة التردد.

2. مخبار طويل مملوء بالماء.

3. أنبوبة مفتوحة الطرفين.

4. قدمة ذات ورنية لقياس قطر الأنبوبة.

خطوات التجربة:

1- قياس نصف قطر الأنبوبة (R) باستخدام القدمة ذات الورنية.

2- إبدأ بأقصر طول ممكن للعمود الهوائي (الأنبوبة مفتوحة الطرفين , أحد طرفيها يصل لقاع المخبار) .

3- أطرق شوكة رنانة معلومة التردد علي قطعة من المطاط.

4- قرب أحد طرفي الشوكة الرنانة من الفوهة العليا للمخبار بحيث تكون الشوكة في موضع أفقي.

5- زد من طول العمود الهوائي تدريجيا مع الإحتفاظ بالشوكة بالرنانة المطروقة عند نهايته حتي سماع نغمة فائقة الشدة (هذا هو موضع الرنين).

6- قس طول العمود الهوائي المسموع عندة نغمة الرنين (L_1) الذي يمثل أقصر طول لعمود هوائي مغلق له نفس تردد الشوكة الرنانة.

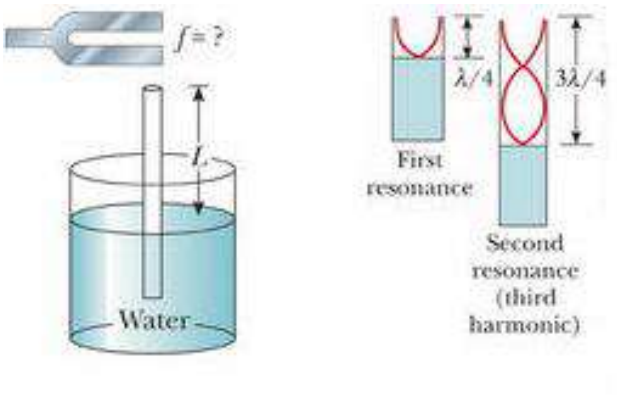


Figure 5.3: A simple apparatus for demonstrating resonance in an air column– Source: https://www.transtutors.com/ (Accessed: September 15, 2020)

7- استنتج الطول الموجي (λ) عن طريق التعويض في العلاقة رقم (1).

8- استنتج سرعة الصوت في الهواء (v) بالتعويض في العلاقة رقم (3).

9- زد من طول العمود الهوائي مرة أخري حتي تحصل علي الوضع الثاني للرنين وقس طول العمود الهوائي (L_2) , ثم أوجد الطول الموجي من العلاقة ($\lambda = 2\ (L_1 - L_2)$ واستنتج سرعة الصوت.

10- كرر الخطوات السابقة باستخدام بقية الشوك معلومة التردد واستنتج القيمة المتوسطة لسرعة الصوت في الهواء . سجل البيانات في الجدول التالي.

$\lambda_2 = 2\ (L_2 - L_1\ )$ (cm) $v_2 = \lambda_2\ f$ (cm/s)	$\lambda_1 = 4\ (L_1 + 0.6\ R)$ (cm) $v_1 = \lambda_1\ f$ (cm/s)	L_2 (cm)	L_1 (cm)	تردد الشوكة f (Hz)	
					الشوكة الأولي
					الشوكة الثانية
					الشوكة الثالثة
					الشوكة الرابعة

11- احسب القيمة المتوسطة للسرعة (V).

تعيين معامل التمدد الطولى للمواد الصلبة

نظرية التجربة :

- عندما ترتفع درجة حرارة معظم الأجسام فإنه يحدث زيادة في أبعادها (تمدد حراري). ويحدث ذلك نتيجة لزيادة المسافات البينية بين الجزيئات مع زيادة درجة الحرارة.
- بفرض البعد الطولي للجسم (L_0) عند درجة حرارة معينة وعند حدوث تغير في درجة الحرارة مقداره (ΔT) فإنه يحدث تغير في الطول مقداره (ΔL).
- التغير في الطول (ΔL) يتم حسابه بالعلاقة الآتية:

$$\Delta L = \alpha L \Delta T \qquad (1)$$

α : معامل التمدد الطولي لمادة الجسم .

$$\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T} \qquad (2)$$

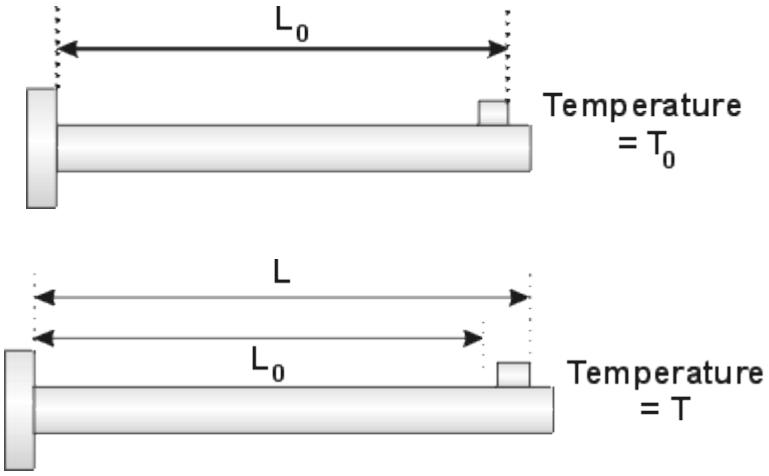


Figure 7.1: Thermal linear expansion– Source: https://faraday.physics.utoronto.ca/

(Accessed: September 18, 2020)

الجهاز المستخدم :

Figure 7.2: The apparatus of determining thermal linear expansion

يتكون من:

1- قضيب من النحاس.

2- مولد بخار.

3- أنبوبة من المطاط.

4-ترمومتر.

5- مقياس لقياس التغير في الطول.

خطوات التجربة :

1- قس طول القضيب (L_0) , درجة الحرارة الإبتدائية (T_0).

2- إملأ مولد البخار بالماء.

3- إبدأ في تسخين القضيب.

4- سجل مقدار التغير في طول القضيب (L_0) مع كل نقص في درجة الحرارة مقدارها ($10\ C^0$) مع تسجيل النتائج في الجدول .

5- ارسم علاقة بين ΔT , ΔL (خط مستقيم يمر بنقطة الأصل).

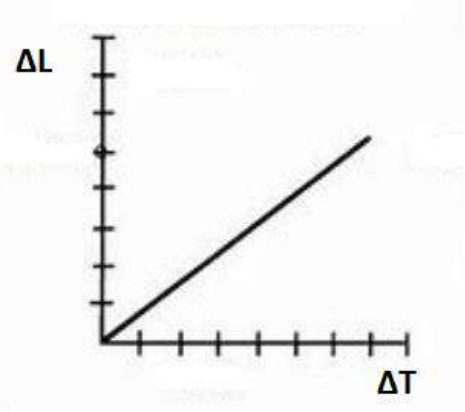


Figure 7.3: The linear relationship between the changes in length caused by the change in temperature.

T	**ΔT** **(T - T_0)**	**ΔL** **(L - L_0)**
T_0	0	0
T_1		
T_2		
T_3		
T_4		

6- قم بحساب (α) باستخدام العلاقة الآتية:

$$\alpha = \frac{1}{L_0} . \frac{\Delta L}{\Delta T} = \frac{1}{L_0} . Slope = \ldots\ldots\ldots °C^{-1}$$

حساب معامل التوصيل الحرارى لمادة معدن

نظرية التجربة :

- **Heat Transfer by conduction:**

  It is the transfer of heat energy between two points of different temperatures by the vibration of atoms and free electrons (in conductors)

- انتقال الحرارة بالتوصيل يتمثل فى انتقال الطاقة الحرارية بين نقطتين مختلفتين فى درجة الحرارة فى شكل اهتزازات خلال ذرات المادة أو من خلال الإلكترونات الحرة (فى حالة الموصلات)

- يعتمد معدل انتقال الحرارة بالتوصيل على خواص وسط الانتقال إضافة إلى فرق درجات الحرارة كما يلى :

$$H = k\frac{A\ \Delta T}{L} \qquad (1)$$

حيث

L : المسافة فى نفس اتجاه انتقال الطاقة (m)
A : مساحة المقطع العمودية على اتجاه انتقال الطاقة (m^2)
H: معدل انتقال الطاقة (W)
k : عامل التوصيل الحرارى للمادة (W/m.°C)

و بمعلومية معدل انتقال الطاقة (القدرة) H و أبعاد الوسط L و A و فرق درجات الحرارة ΔT يمكن حساب معامل التوصيل الحرارى للمادة k

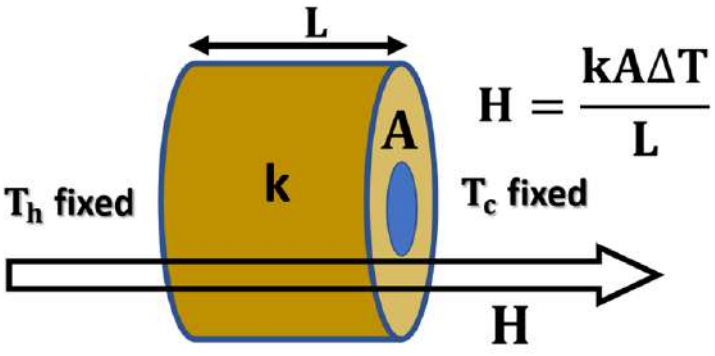


Figure 10.1: Heat transfer by conduction

الجهاز المستخدم :

Figure 10.2: The apparatus of determining rate of heat flow

الأدوات:

1.قطعة مجوفة من النحاس معزولة حراريا .

2.سخان كهربى لتسخين أحد أطراف قطعة النحاس .

3.مصدر كهربى لتشغيل السخان .

4. مجموعة ترمومترات لقياس درجات الحرارة على أطراف قطعة النحاس

5. قدمة ذات ورنية لقياس الطول و القطر الخارجى و الداخلى لقطعة النحاس

خطوات التجربة :

1- قس طول قطعة النحاس L بالقدمة من نقطة تثبيت الترمومتر الأول إلى نقطة تثبيت الترمومتر الثانى.

L = …… m

2- قس القطر الخارجى D و الداخلى d لقطعة النحاس :

D = …… m , d = …… m

3- قم بحساب مساحة المقطع المصمتة لقطعة النحاس كما يلى:

$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) =$ …… m^2

4- قم بحساب القدرة الحرارية للسخان الكهربى من خلال حساب القدرة الكهربية للمصدر الكهربى كما يلى :

$$H = P = V \times I$$

حيث V هو الجهد الكهربى للمصدر و I هو التيار الكهربى للمصدر

V = …… volt , I = …….. Amp , H = P = …… W

5- قم بتشغيل المصدر الكهربى للسخان.

6- قم بتثبيت الترمومتر الأول و الترمومتر الثانى فى أماكنهما على أطراف قطعة النحاس و قم بتشغيلهما.

7- قم بالانتظار فترة مناسبة حتى تثبت قراءة الترمومترات.

8- قم بتسجيل قراءة الترمومتر الأول و الثانى و منها احسب فرق درجات الحرارة كما يلى :

T_1 =…… ℃ , T_2 =…… ℃ ,

$$\Delta T = \ldots\ldots\ldots\ldots ℃ \text{ or } K$$

9- قم بالتعويض فى العلاقة (1) لحساب معامل التوصيل الحرارى :

$H = k\frac{A\ \Delta T}{L} \quad \rightarrow k = \frac{H\ L}{A\ \Delta T} =$ ……..

$$k = \ldots\ldots\ldots\ldots W/m.℃$$

حساب درجة حرارة الإنصهار للشمع

نظرية التجربة :

- **Melting point:**

  It is the temperature at which the material changes its phase between the solid and liquid states at constant pressure (mostly 1 atm)

- نقطة الإنصهار للمادة هى درجة الحرارة التى تتغير عندها حالة المادة ما بين الحالة الصلبة و السائلة مع ثبوت الضغط (غالبا الضغط الجوى)

- تختلف نقطة الإنصهار باختلاف نوع المادة و عندها تبدا المادة فى التحول من الصورة الصلبة للصورة السائلة فى حالة اكتساب طاقة حرارية أو العكس فى حالة فقد طاقة حرارية.

- تتميز نقاط التحول من حالة إلى أخرى أنها تتضمن ثبات نسبى لدرجة الحرارة لحين اتمام عملية التحول.

و بالتالى يمكن تعيين درجة حرارة الإنصهار لمادة معينة (شمع مثلا) من خلال تسخين المادة حتى تتحول بالكامل للحالة السائلة ثم مراقبة التغير فى درجة الحرارة مع الزمن خلال عملية التبريد.

الأدوات المستخدمة:

1- سخان كهربى

2- مخبار به كمية من الشمع الصلب

3- ترمومتر

4- ساعة إيقاف

5- إناء به كمية من الماء

الجهاز المستخدم:

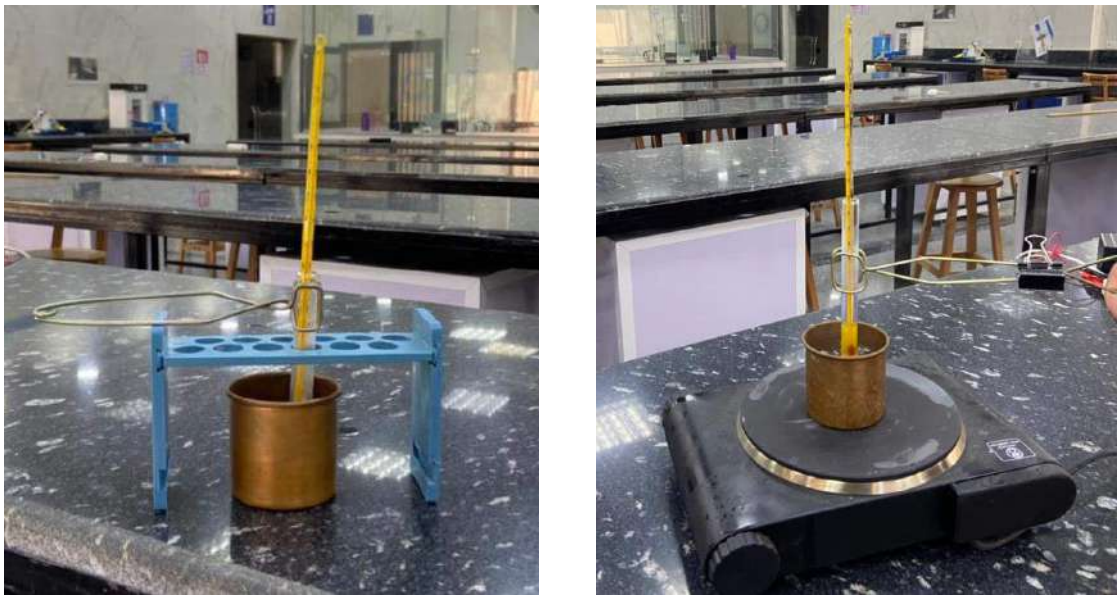


Figure 8.1: The apparatus of determining the melting point of Wax

خطوات التجربة :

1- قم بتشغيل السخان الكهربى

2- قم بوضع الإناء المحتوى على الماء على السخان مع الانتظار حتى يبدأ فى الغليان

3- ضع الترمومتر فى المخبار المحتوى على الشمع و اغمسه فى الماء

4- راقب حالة الشمع حتى يتحول بالكامل إلى الحالة السائلة

5- قم بإخراج المخبار من الماء عندما يصل لدرجة حرارة $80\ ^0C$.

6- عند درجة حرارة 70^0C قم بتشغيل ساعة الإيقاف.

7- قم بتسجيل قراءة الترمومتر كل 30 ثانية لمدة 8 دقائق (16 قراءة) مع متابعة حالة الشمع من خلال محاولة تحريكه داخل المخبار فى الجدول التالى :

	t الزمن (s)	T درجة الحرارة (°C)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		

7- قم برسم منحنى التبريد للشمع.

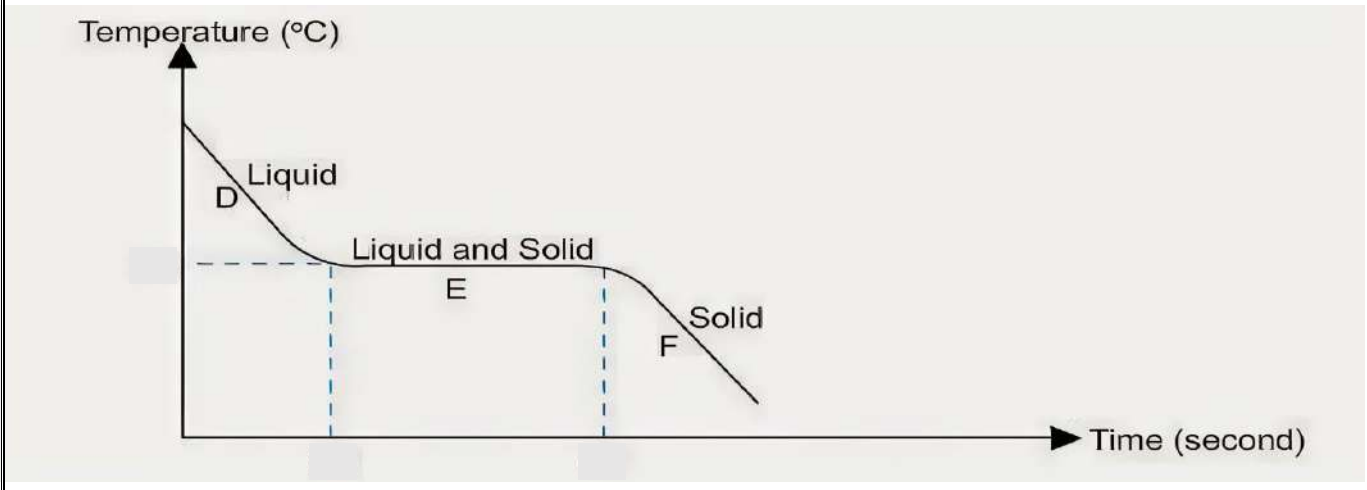


Figure 8.2: Cooling curve of a substance

8- درجة حرارة الإنصهار هى القيمة فى الجدول التى حدث عندها ثبات نسبى (القيمة المتكررة أكثر عدد من المرات)

$T_{melting}$ =..... ℃

تجارب فيزياء (2)

القياسات الدقيقة (الإسفيروميتر)

المطلوب فى التجربة:

تدريب الطالب على كيفية استخدام الإسفيروميتر فى قياس نصف قطر تكور الأجسام المنحنية من خلال التطبيق عمليا على بعض المرايا و العدسات المحدبة و المقعرة

شكل 1

النظرية :

يستخدم الإسفيروميترالموضح فى شكل 1 فى قياس نصف قطر تكور العدسات و المرايا المحدبة و المقعرة و أيضا فى قياس إنحناء الأجسام المنتظمة حيث يتكون من:

1- الجزء الثابت
يكون على شكل تدريج رأسى شبيه بالمسطرة و لكن يبدأ الترقيم من المنتصف و يزداد للأعلى أو الأسفل.
2- الجزء المتحرك
الجزء المتحرك قرص دائرى الذى إذا قمنا بتحريكه حركة دورانية فيتحرك القرص الدائرى بشكل رأسى لأعلى أو أسفل عادة ما تكون محيط القرص مقسم إلى 100 قسم ويسمح تحريكها دورة كاملة بالتقدم بمقدار 1 مم.

لنفرض أن نصف قطر تكور السطح المنحني R , وطبقاً للرسم الهندسي المبين بالشكلين 2 و 3 فإن

$$BW\ \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{L}{2}$$

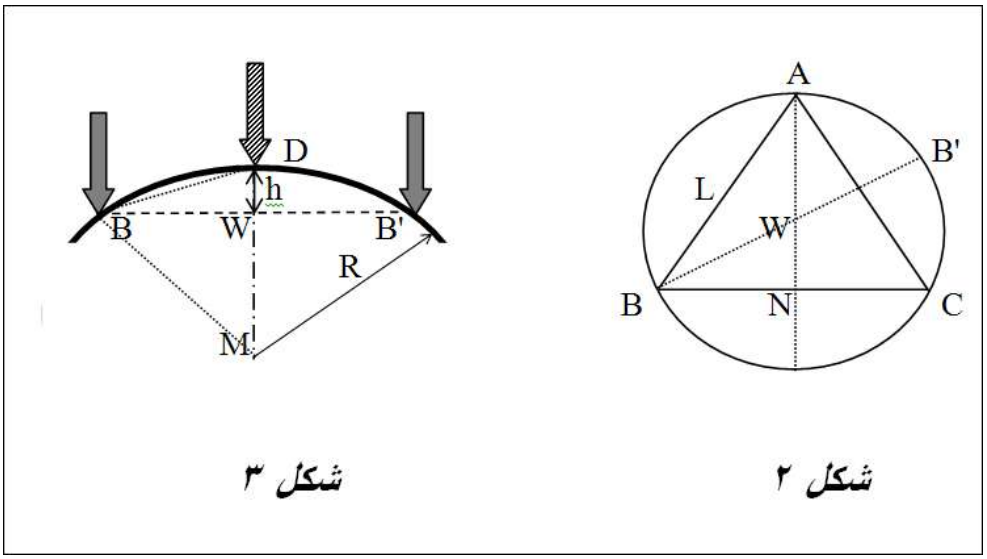
حيث أن L هي المسافة بين أي رجلين متجاورتين من الأرجل الثابتة (أي طول ضلع المثلث المتساوي الأضلاع الذي تمثل رءوسه الثلاثة أرجل الثابتة. وبالتالي فإن

$$BW = \frac{L}{\sqrt{3}}$$

وطبقاً لهندسة الشكل 3:

$$\mathbf{h(2R - h) = (BW)^2 = \frac{L^2}{3}}$$

$$\mathbf{R = \frac{L^2}{6h} + \frac{h}{2}}$$



شكل ٢ شكل ٣

الأدوات:

1) اسفيروميتر
2) عدسة محدبة
3) مرآة مقعرة
4) مسطرة

الخطوات:

1) نقيس المسافة L وهي المسافة بين أي رجلين متجاورتين من الأرجل الثابتة.
2) نضع المقياس الكري علي السطح الزجاجي المستوي بحيث تكون الثلاثة أرجل الثابتة في وضع مستقر علي السطح المستوي, وللمساعدة في ذلك نرفع الرجل المركزية المتحركة إلي أعلي بحيث لا تلامس السطح المستوي وذلك عن طريق القرص الدائري.
3) بعد ذلك نبدأ دوران القرص لكي تلامس الرجل المتحركة السطح المستوي مع التأكد من بقاء الثلاثة أرجل الثابتة في حالة الاستقرار. يمكن الاستعانة بقصاصة رقيقة من الورق للتأكد من ذلك. في هذه الحالة تكون الثلاثة أرجل الثابتة والرجل المتحركة جميعاً في مستوي أفقي واحد. من المفترض في هذه الحالة أن ينطبق صفر التدريج الدائري علي صفر التدريج الرأسي, وإذا كان الأمر ليس كذلك فإنه من الضروري أخذ ذلك في الاعتبار لأي قراءة للمقياس الكري (أي مراعاة الخطأ الصفري).
4) نضع المقياس الكري علي سطح المرآه المقعرة ثم نستعيد وضع الاستقرار للثلاثة أرجل الثابتة علي سطح المرآه المقعرة. بعد ذلك ندير القرص الدائري لكي تلامس الرجل المتحركة سطح المرآه المقعرة ثم تؤخذ قراءة الأسفيرومتر مع أخذ الخطأ الصفري في الاعتبار. نكرر العمل عدة مرات ونأخذ متوسط القراءة للارتفاع h.
5) وفي النهاية نحسب نصف قطر التكور R من العلاقة السابقة.

6) نكرر نفس الخطوات السابقة فى حالة المرآة المقعرة مع مراعاة أن دوران القرص يكون فى اتجاه معاكس لحالة العدسة المحدبة و عليه تؤخذ قراءة التدريج و الخطأ الصفرى بصورة معكوسة.

$L = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ cm$

$\text{zero error} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ cm$

عدسة محدبة:

$h = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots cm$

$R = \frac{L^2}{6h} + \frac{h}{2} \pm \text{zero error} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ cm$

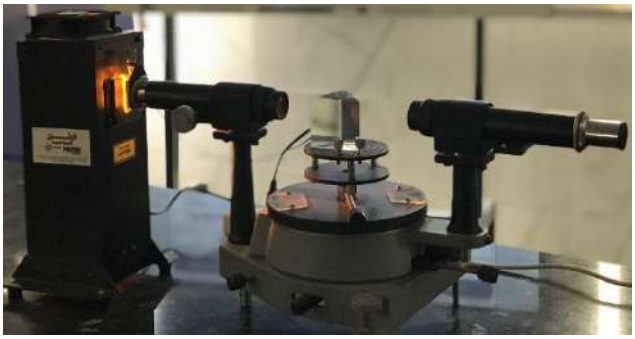
مرآة مقعرة:

$h = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots cm$

$R = \frac{L^2}{6h} + \frac{h}{2} \mp \text{zero error} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ cm$

تعيين معامل انكسار منشور زجاجى باستخدام مقياس الطيف Spectrometer

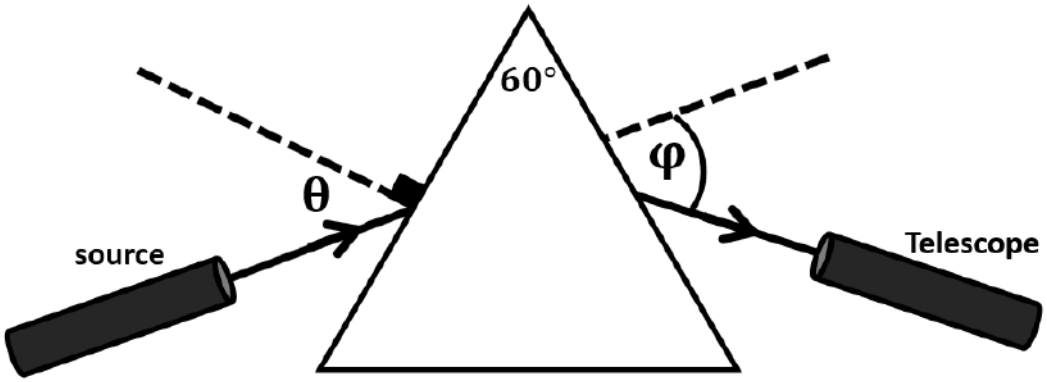
المطلوب فى التجربة:



تعيين معامل الإنكسار لمادة منشور زجاجى من خلال تطبيق قانون Snell لإنكسار الضوء باستخدام جهاز الإسبكترومیتر.

الأساس النظرى للتجربة:

إذا سقط شعاع ضوئي علي سطح منشور زجاجي بزاوية سقوط θ علي أحد وجهيه فإنه ينكسر خلال المنشور ويخرج منكسراً مرةً اخرى من الوجه الآخر كما هو مبين بشكل 1. وتكون زاوية الانحراف ϕ هي الزاوية بين الشعاع الساقط والشعاع الخارج كما هو مبين بالشكل 1. ومع تغير زاوية السقوط θ تتغير زاوية الانحراف ϕ.



شكل (1)

يمكن إيجاد علاقة بين زاوية الإنحراف φ و زاوية الخروج من المنشور θ_{out} طبقا للشكل 2 من خلال حسابات المثلثات للزوايا الموضحة مع استخدام منشور بزوايا رأس $60°$ (قاعدة المنشور مثلث متساوى الأضلاع) يمكن الوصول للعلاقة التالية:

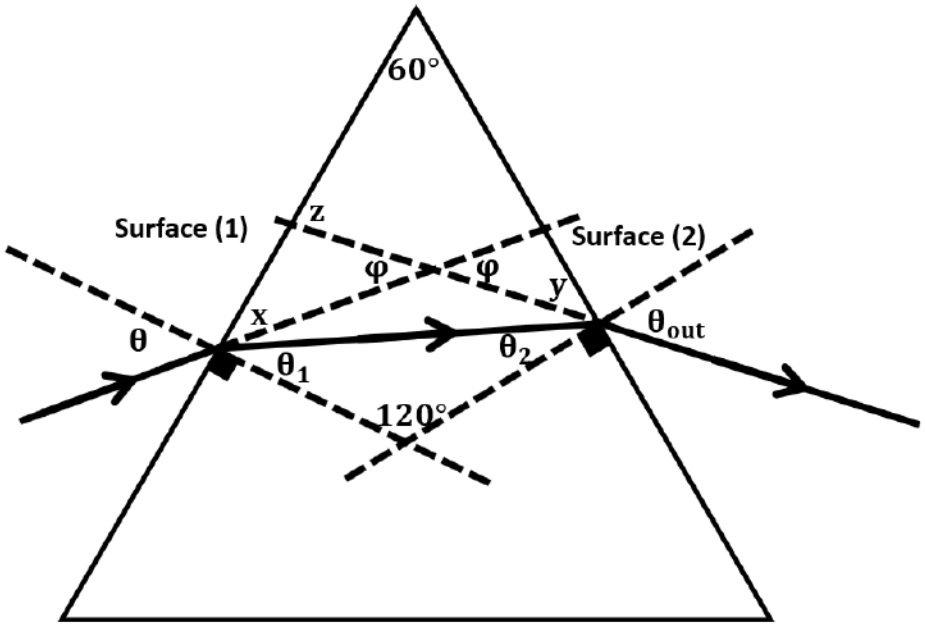
$$\theta_{out} = \varphi + 60 - \theta$$

و بتطبيق قانون Snell على السطح الفاصل (1) الذى يدخل منه الشعاع الضوئى إلى المنشور:

$$1\sin(\theta) = n\sin(\theta_1) \rightarrow n = \sin(\theta)/\sin(\theta_1) \qquad (1)$$

و بتطبيق قانون Snell على السطح الفاصل (2) الذى يخرج منه الشعاع الضوئى من المنشور:

$$n\sin(\theta_2) = 1\sin(\theta_{out}) \rightarrow n = \sin(\theta_{out})/\sin(\theta_2) \qquad (2)$$



شكل (2)

بمساواة (1) و (2) :

$$\sin(\theta)/\sin(\theta_1) = \sin(\theta_{out})/\sin(\theta_2) \qquad (3)$$

و من حسابات زوايا الشكل 2 :

$$\theta_1 + \theta_2 = 60°$$

بالتعويض فى (3) :

$$\sin(\theta)/\sin(60 - \theta_2) = \sin(\theta_{out})/\sin(\theta_2)$$

بالتبسيط :

$$\sin(\theta)\sin(\theta_2) = \sin(\theta_{out})\sin(60 - \theta_2)$$

و بتطبيق علاقة جمع و طرح الزوايا لدالة ال sin : $\sin(x \pm y) = \sin(x)\cos(y) \pm \cos(x)\sin(y)$

$$\sin(\theta)\sin(\theta_2) = \sin(\theta_{out})[\sin(60)\cos(\theta_2) - \cos(60)\sin(\theta_2)]$$

بالتبسيط:

$$\sin(\theta)\sin(\theta_2) = (\frac{\sqrt{3}}{2})\sin(\theta_{out})\cos(\theta_2) - 0.5\sin(\theta_{out})\sin(\theta_2)]$$

بقسمة المعادلة على $\cos(\theta_2)$:

$$\sin(\theta)\tan(\theta_2) = (\frac{\sqrt{3}}{2})\sin(\theta_{out}) - 0.5\sin(\theta_{out})\tan(\theta_2)]$$

بالتبسيط:

$$\boldsymbol{\tan(\theta_2) = (\frac{\sqrt{3}}{2})\sin(\theta_{out}) / [\sin(\theta) + 0.5\sin(\theta_{out})]} \quad \mathbf{(B)}$$

$$\boldsymbol{\theta_{out} = \varphi + 60 - \theta} \quad \mathbf{(A)}$$

$$\boldsymbol{n = \sin(\theta_{out})/\sin(\theta_2)} \quad \mathbf{(C)}$$

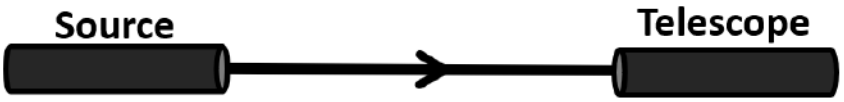
و بالتالى من خلال معرفة قيم زاويتى السقوط θ و الإنحراف φ بالتعويض فى المعادلات السابقة بالترتيب ($A \rightarrow B \rightarrow C$) يمكن إيجاد قيمة معامل الإنكسار n .

الأدوات المطلوبة للتجربة:

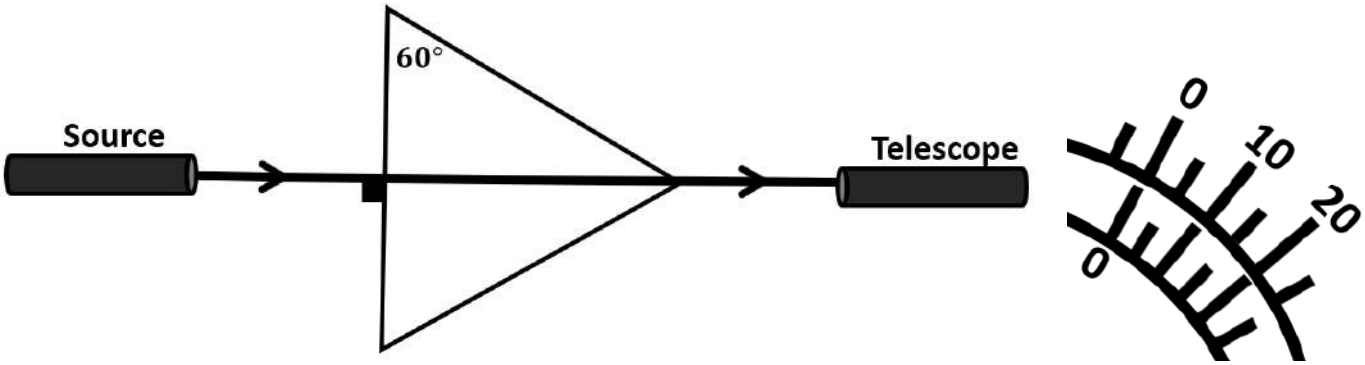
1) مقياس الطيف Spectrometer
2) منشور
3) مصدر ضوئى.

خطوات تنفيذ التجربة:

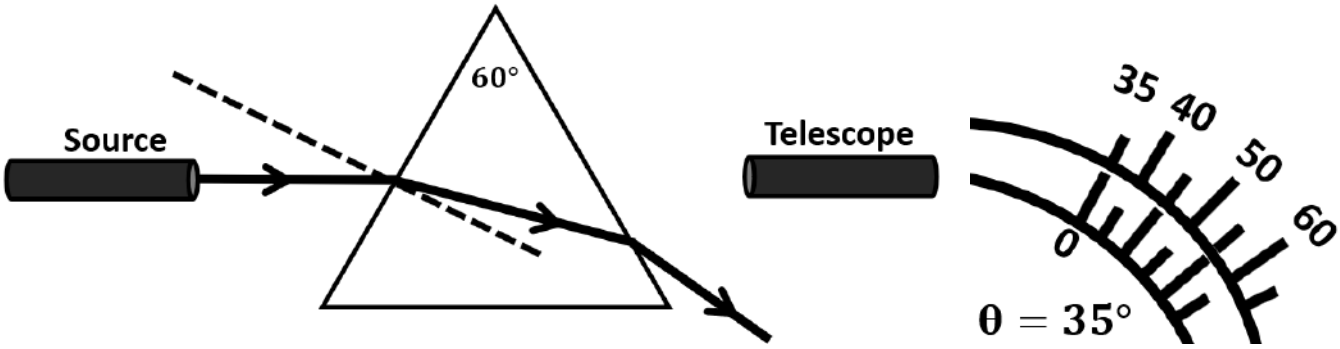
1) في البداية نشغل المصدر الضوئى و نجعل كلا من المصدر الضوئى و التليسكوب على استقامة واحدة و نلاحظ قراءة مؤشر الزاوية بحيث يكون هذا الوضع الإبتدائى.



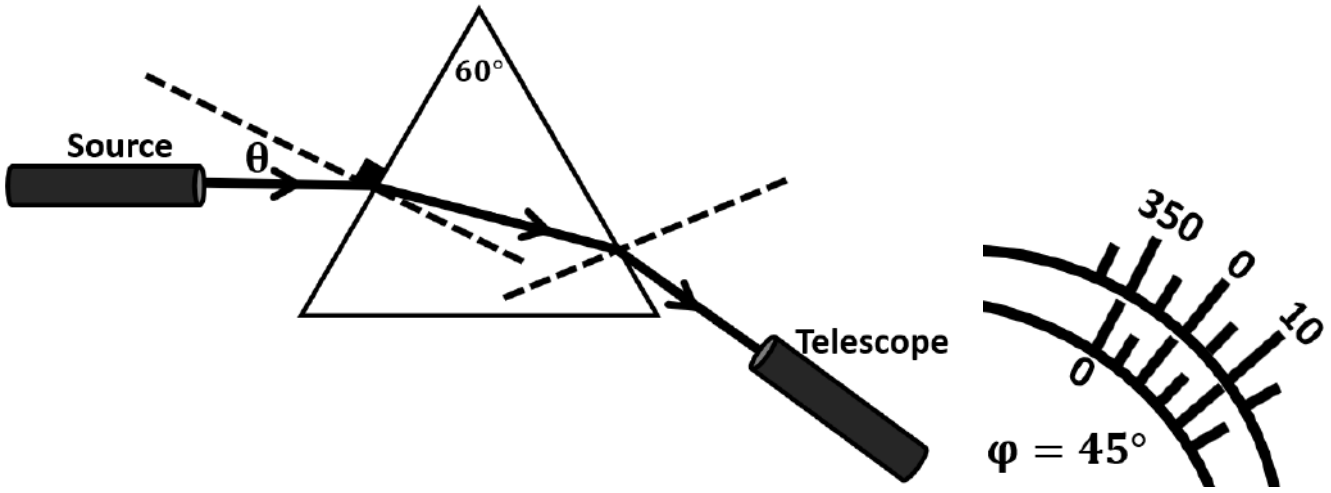
2) نضع المنشور الزجاجي علي أحد القاعدتين المثلثتين بحيث يكون أحد أوجه المنشور المستطيل نحو المصدر الضوئي و متعامدا معه بحيث تكون زاوية السقوط فى البداية 0 .



3) حرك منضدة الاسبكترومیتر بحيث يبدأ وجه المنشور بالإنحراف عن المصدر و نلاحظ موشر الزاوية بحيث يكون الفرق بين الوضع الجديد و الإبتدائى مساويا لزاوية السقوط المطلوبة. و نسمى وضع مؤشر الزاوية بالوضع (1).



4) نحرك التلسكوب من أجل أن نرى أوضح إضاءة للمصدر الضوئي كما هو مبين بالشكل و نعين زاوية الإنحراف من خلال الفرق بين قيمة مؤشر الزاوية للوضع النهائى و الوضع (1).

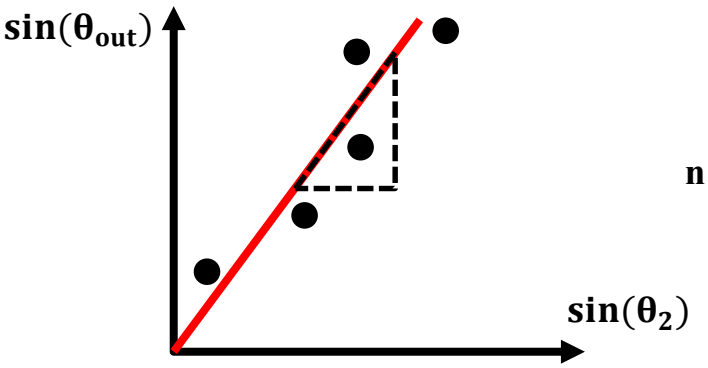


5) كرر التجربة مع تغيير زوايا السقوط كالتالى (55- 50- 45 - 40 – 35) و عين زاوية الإنحراف المناظرة و سجل النتائج فى الجدول التالى.

6) قم بحساب قيم θ_{out} و θ_2 و $\sin(\theta_{out})$ و $\sin(\theta_2)$ عند كل قيمة زاوية سقوط و سجل القيم أيضا فى الجدول.

θ	φ	θ_{out}	θ_2	$\sin(\theta_2)$	$\sin(\theta_{out})$
35°					
40°					
45°					
50°					
55°					

7) قم برسم علاقة بيانية بين $\sin(\theta_2)$ على المحور الأفقى و $\sin(\theta_{out})$ على المحور الرأسى وقم بحساب الميل حيث



$$\text{Slope} = \frac{\Delta\sin(\theta_{out})}{\Delta\sin(\theta_2)} = n$$

n = Slope = ...

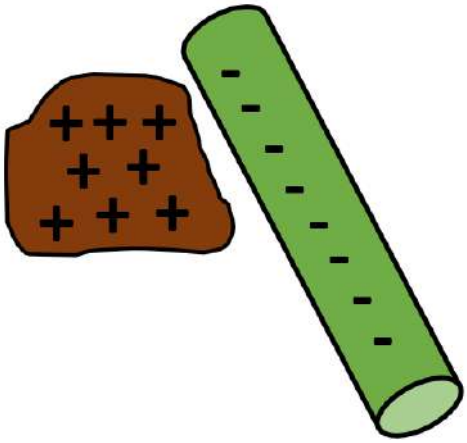
الشحن الإستاتيكى

المطلوب فى التجربة:

إيجاد الشحنة الإستاتيكية على أنبوبة من البلاستيك ناتجة عن دلكها بقطعة من الصوف و ذلك من خلال تطبيق شروط الإتزان.

نظرية التجربة :

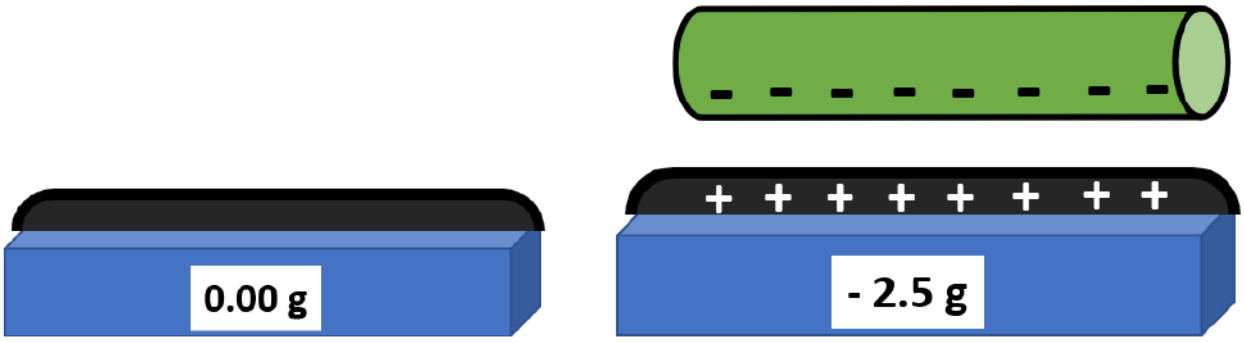
عند دلك جسمين من مادتين مختلفتين معا يتسبب ذلك في اكتساب أحد الجسمين لإلكترونات (يكتسب سحنة سالبة) بينما يفقد الجسم الأخر هذه الإلكترونات (يكتسب شحنة موجبة) و ذلك طبقا لمتسلسلة الانجذاب الإلكتروني للمواد حيث يكتسب الجسم الأعلى في المتسلسلة الإلكترونات (البلاستيك) و يفقد الجسم الأدنى في المتسلسلة الإلكترونات (الصوف)



Electron Affinity By Material

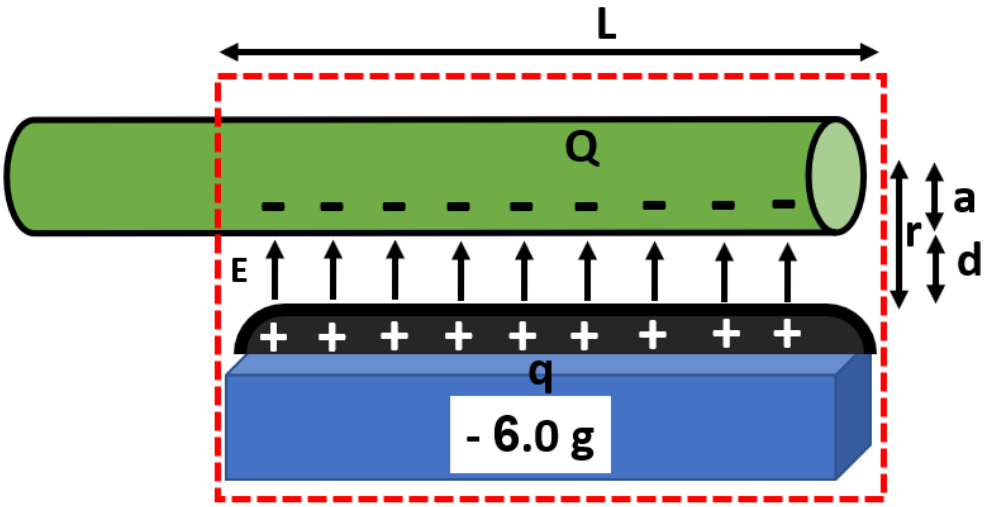
(Hold electrons tightly) Most likely to gain electrons and become negative	Plasitc Rubber Cotton Paper Silk Fur Wool Nylon Hair Acetate Glass
(Hold electrons loosely) Most likely to loose electrons and become positive)	

عند تقريب الأسطوانة المشحونة بشحنة سالبة من سطح ميزان حساس مغلف بطبقة من الألومنيوم المتعادل الشحنة فإن الشحنة السالبة فى الإسطوانة ستتسبب فى تنافر الإلكترونات من سطح الميزان و تترك مكانها أيونات موجبة. تنتج قوى تجاذب كهربى بين الإسطوانة السالبة و سطح الميزان الموجب. نتيجة لهذه القوى يتحرك سطح الميزان لأعلى ناحية الإسطوانة مما يتسبب فى قراءة بالسالب على الميزان الحساس. قيمة القراءة السالبة تدل على قوى التجاذب الكهربية الناتجة.



يمكن ايجاد المجال الناتج عند بعد r من محور الإسطوانة المشحونة من:

$$E = \frac{2k\lambda}{r}$$



حيث $\lambda = Q/L$ و r هى المسافة من محور الإسطوانة إلى سطح الميزان و تساوى مجموع نصف القطر الخارجى للإسطوانة a و المسافة بين سطح الإسطوانة و سطح الميزان d و هى تساوى تقريبا 2 ميلليمتر. و L هى طول الجزء الذى تم شحنه من الإسطوانة و هو مساوى للطول الكلى لسطح الميزان.

و تكون القوة الكهربية التى تؤثر بها الإسطوانة على سطح الميزان هى :

$$F = qE$$

$$F = q\frac{2k\lambda}{r} \rightarrow F = q\frac{2kQ}{Lr} \rightarrow F = \frac{2kQq}{Lr}$$

$$\therefore Q = \frac{F\,L\,r}{2kq}$$

حيث q هى الشحنة المستحثة على سطح الميزان و تختلف باختلاف الجزء من الميزان المعرض للإسطوانة المشحونة.

وفى حالة أن الجزء المعرض من سطح الميزان يساوى الجزء المشحون من الإسطوانة:

$$Q = q$$

$$Q = \sqrt{\frac{F\,L\,r}{2k}}$$

و بالتالى بمعلومية القوة F من قراءة الميزان و نسبة المسافة من سطح الميزان المعرضة للأسطوانة و المسافة من محور الإسطوانة إلى سطح الميزان r يمكن إيجاد الشحنة على الإسطوانة .

الأدوات :

1) أنبوبة بلاستيكية
2) قطعة من الصوف
3) قدمة ذات ورنية
4) ميزان رقمى مغلف بورق ألومينيوم
5) قفازات مطاطية

الخطوات:

1- نقوم بقياس طول سطح الميزان L.

$L = \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots m$

2- نقوم بقياس نصف القطر الخارجى للإسطوانة a بالقدمة ذات الورنية.

$a = \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots m$

3- نقوم بتشغيل الميزان الرقمى و التأكد من أن القراءة الإبتدائية هى 0.0 g

4- نبدأ بدلك الجزء من الإسطوانة المساوى فى الطول لسطح الميزان بقطعة الصوف مع ارتداء قفازات من المطاط.

5- نقوم بتقريب هذا الجزء من الإسطوانة ببطء شديد من سطح الميزان بحيث تغطى سطح الميزان بالكامل المغلف بالألومينيوم دون أن يحدث تلامس.

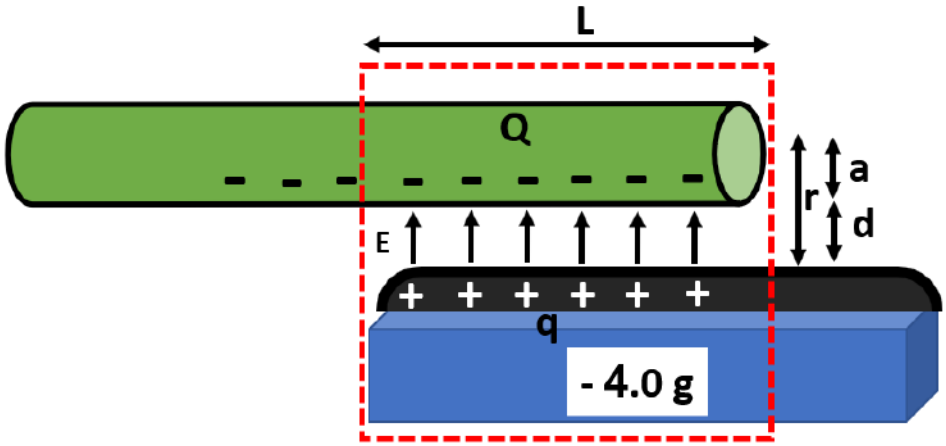
6- نراقب قراءة الميزان حتى تبدأ فى التغير من 0.0 g إلى قراءة بالسالب.

7- نقوم بتفريغ الشحنة من سطح الميزان بلمسها باليد أو قطعة الصوف.

8- نعيد الخطوات السابقة مع جعل الإسطوانة تغطى مرة ثلث سطح الميزان و مرة أخرى تغطى ثلثى سطح الميزان.

فى هذه الحالة لا تساوى الشحنة المستحثة على سطح الميزان الشحنة الكلية للإسطوانة و لكن تكون قيمة نسبية منها كما يلى:

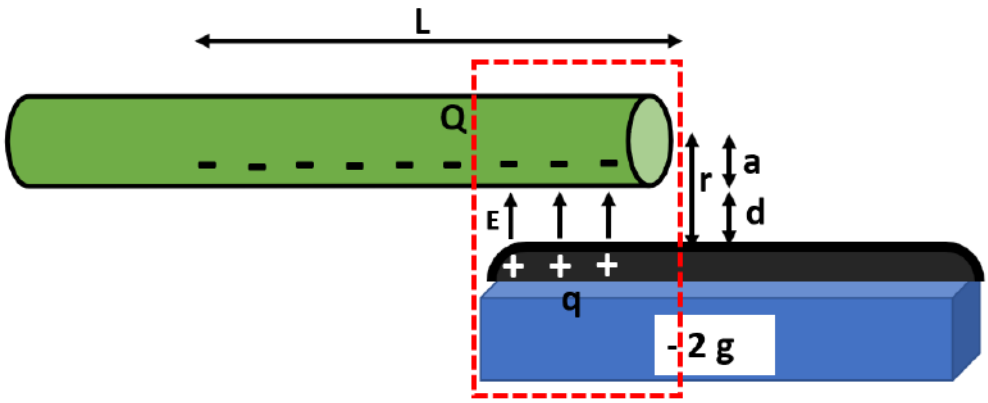
فى حالة تغطية ثلثى سطح الميزان :



$$q = \frac{2Q}{3}$$

$$\therefore Q = \frac{F\,L\,r}{2k(\frac{2Q}{3})} \rightarrow Q^2 = \frac{3\,F\,L\,r}{4k} \rightarrow Q = \sqrt{\frac{3F\,L\,r}{4k}}$$

فى حالة تغطية ثلث سطح الميزان :



$$q = \frac{Q}{3}$$

$$\therefore Q = \frac{F\,L\,r}{2k(\frac{Q}{3})} \rightarrow Q^2 = \frac{3\,F\,L\,r}{2k} \rightarrow Q = \sqrt{\frac{3F\,L\,r}{2k}}$$

9- نسجل قراءة الميزان فى الحالات الثلاث (طول كامل – ثلث الطول – ثلثى الطول) فى الجدول التالى:

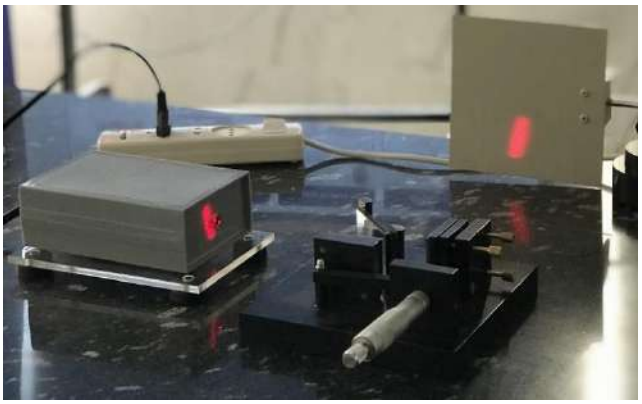
نسبة الجزء المستحث من سطح الميزان	قراءة الميزان m (Kg)	القوة الكهربية $F = m \times 9.8$ (N)	القانون	الشحنة على الإسطوانة Q (C)
1/3			$Q = \sqrt{\frac{3F\,L\,r}{2k}}$	
2/3			$Q = \sqrt{\frac{3F\,L\,r}{4k}}$	
All			$Q = \sqrt{\frac{F\,L\,r}{2k}}$	

10- نقوم بحساب قيمة الشحنة الكلية على سطح الإسطوانة مع اختلاف نسبة الجزء المعرض منها و نسجل النواتج فى الجدول. (مع اعتبار المسافة $r = a + d$ حيث $d \approx 2mm$)

11- نقوم بحساب متوسط الشحنة من :

$$Q_{ave} = \frac{\sum Q}{3} = \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots C$$

مقياس التداخل ل Michelson

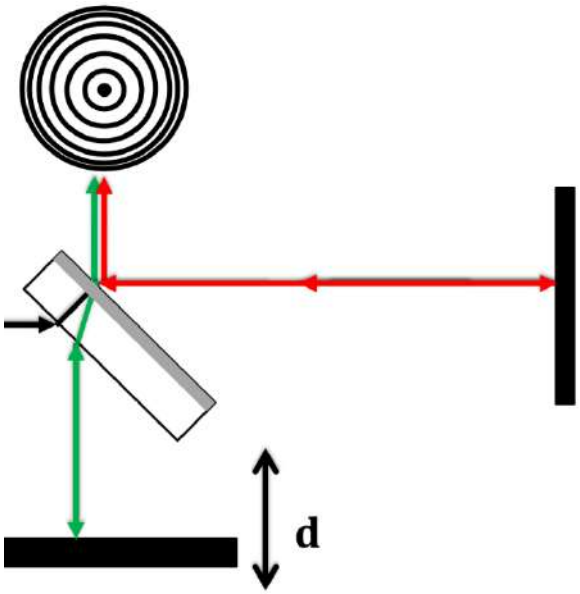


المطلوب فى التجربة:

إيجاد الطول الموجى لمصدر ضوئى أحادى الطول الموجى من خلال دراسة خواص النموذج الضوئى الناتج عن مرور الضوء من خلال مقياس التداخل ل Michelson.

نظرية التجربة :

يعتمد مقياس التداخل ل Michelson على عملية فصل للشدة الضوئية من خلال استخدام beam splitter يسمح بمرور الضوء فى اتجاه و يمنع عودته فى الإتجاه المعاكس. و بالتالى بمساعدة زوج من المرايا المستوية و ضبط زوايا اتجاهات الأشعة يمكن اعادة تجميع الأجزاء المنفصلة من الأشعة فى مكان واحد مكونة نموذج التداخل .



و تظهر هدب التداخل علي الحائل عبارة عن حلقات مضيئة و أخرى مظلمة و بتحريك إحدى المرآتين بإستخدام ميكرومتر مسافة d فإن فرق المسار المحصل يساوى 2d و إذا كان فرق المسار يتسبب فى تغير فى حالة الهدبة المركزية عدد m من المرات فيكون فرق المسار مساوى أيضا ل mλ و بالتالى:

$$\mathbf{2d = m\,\lambda \;\rightarrow\; \lambda = \frac{2\,d}{m}}$$

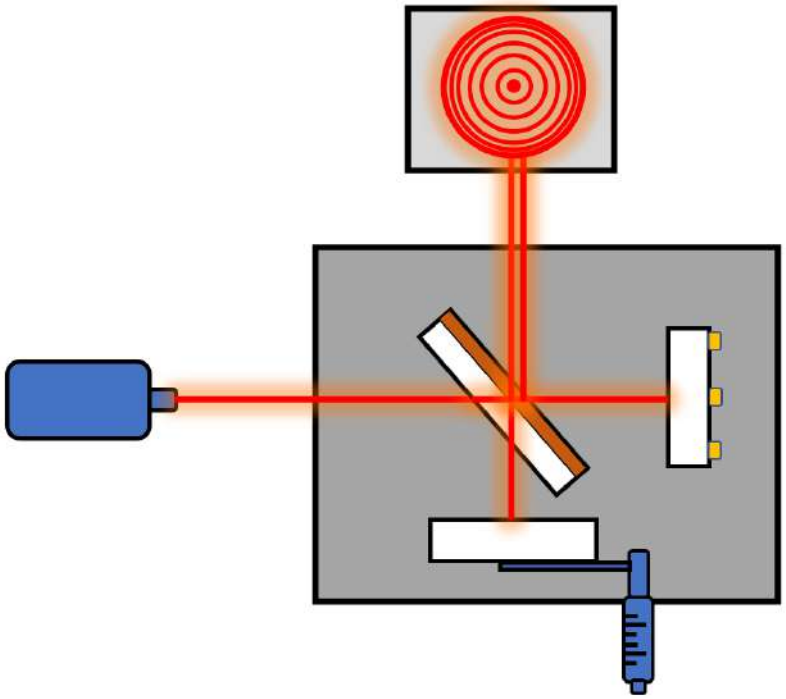
الأدوات :

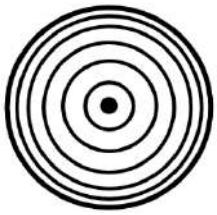
1) مصدر ضوئي (Monochromatic light) مثل (He – Ne laser)

2) قاسم للشعاع (Beam splitter) (مرآه عاكسة بنسبة 50% half-silvered mirror)
3) زوج من المرايا المستوية إحداهما يمكن التحكم فى زاوية السطح الخاص بها و الأخرى يمكن تحريكها باستخدام ميكروميتر.
4) حائل
5) حامل ضوئي
6) ميكروميتر

الخطوات:

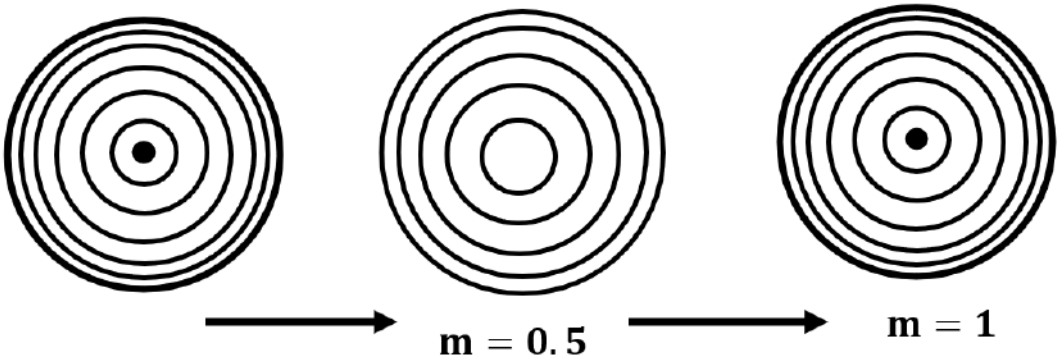
1) قم بتجميع التجربة كما هو موضح بالشكل.





2) إضبط الشعاعين المنعكسين من المرآتين ليلتقيا عند نفس النقطة علي الحائل و يتكون نموذج التداخل الموضح.

3) ثبت قراءة الميكروميتر عند أي وضع حيث تكون الهدبة المركزية مضيئة.
4) قم بتحريك الميكروميتر مسافة d و في هذه الأثناء تتغير حالة الهدبة المركزية عدد m من المرات (إضاءة – إظلام)

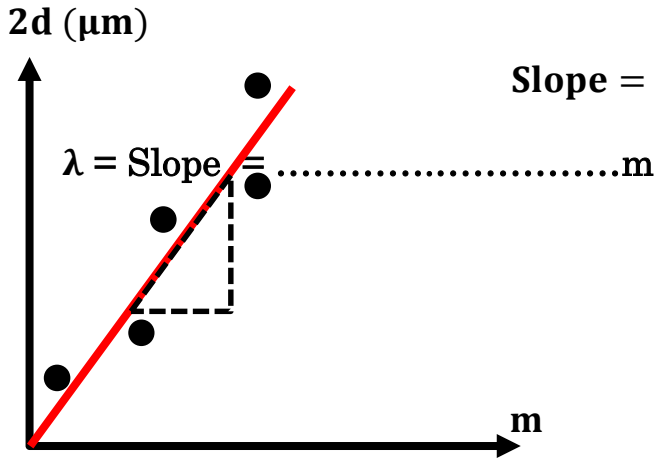


5) قم بتكرار التجربة السابقة مع تغيير مسافة تحريك الميكروميتر d و سجل عدد مرات تغير حالة الهدبة المركزية.
6) قم بتجميع القراءات السابقة فى الجدول التالى:

عدد مرات تغير حالة الهدبة المركزية m	ضعف مسافة تحريك الميكروميتر 2d (μm)	مسافة تحريك الميكروميتر d (μm)

7) ارسم علاقة بيانية بين (m) على المحور الأفقى و (2d) على المحور الرأسى.
8) نقوم بحساب الميل من على الرسم حيث:

$$\text{Slope} = \frac{\Delta(2d)}{\Delta m} = \lambda$$



دراسة التداخل فى الضوء من خلال الحيود

المطلوب فى التجربة:

إيجاد الطول الموجى لمصدر ضوئى أحادى الطول الموجى من خلال دراسة خواص النموذج الضوئى الناتج عن مرور الضوء من خلال فتحة ضيقة شديدة الصغر.

نظرية التجربة :

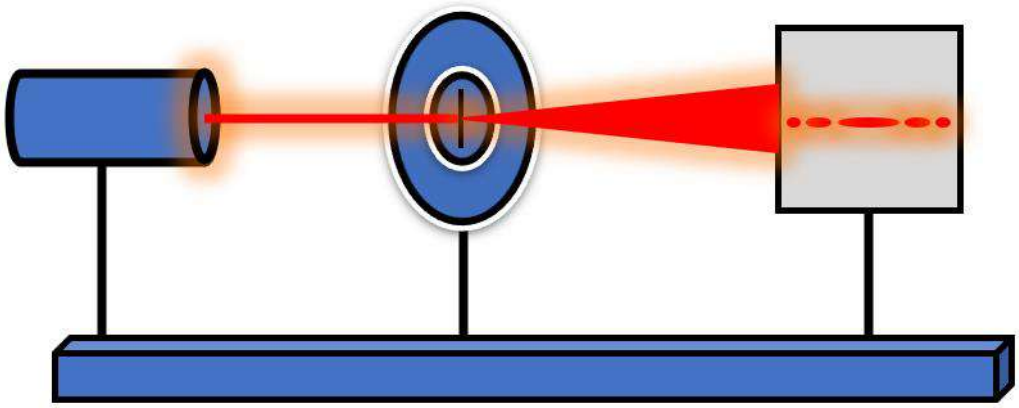
إذا سقط ضوء وحيد الطول الموجي له طول موجي (λ) علي فتحة مستطيلة سمكها a فإن كل نقطة علي الفتحة ستعمل كمصدر موجي و يحدث تداخل بين هذه المصادر المستحدثة و يتكون نموذج التداخل ناتجا عن الحيود علي حائل نتيجة تداخل الموجات الصادرة ن هذه المصادر فإذا كان الحائل علي بعد L من الفتحة فإنه يمكن حساب سمك هذه الفتحة من العلاقة التالية:

$$y = \frac{m \lambda L}{a} \rightarrow \lambda = \frac{y a}{m L}$$

حيث y هي المسافة من منتصف الهدبة المركزية إلي نقطة تداخل مظلمة ، m هو ترتيب الهدبة

الأدوات :

1. مصدر ضوئي (Monochromatic light) مثل (He – Ne laser)
2. طاولة ضوئية
3. فتحة مستطيلة
4. حائل
5. مسطرة



الخطوات:

1) قم بتركيب التجربة على الطاولة الضوئية كما هو موضع بالشكل.
2) ضع الفتحة (single-Slit) علي بعد مناسب و قم بضبط سمك الشعاع الضوئى بحيث يقترب من سمك الفتحة عند السقوط عليها.
3) استقبل الحيود الحادث لشعاع الليزر عند سقوطه علي الفتحة علي حائل يبعد 2 متر تقريبا.
4) قم بقياس المسافة y من علي الحائل المسافة من منتصف الهدبة المركزية إلي الهدبة المظلمة الأولى.
5) بمعلومية سمك الفتحة و يساوى (0.08 ميلليمتر) قم حساب الطول الموجى من العلاقة $\lambda = \frac{y\ a}{m\ L}$ حيث m = 1 (الهدبة المظلمة الأولى) فتكون y هي المسافة من منتصف المركزية لمنتصف المظلمة الأولى.
6) نكرر التجربة السابقة مع الهدبة المظلمة الثانية و الثالثة و الرابعة و نقيس المسافة y المناظرة .
7) نسجل النتائج فى الجدول التالى:

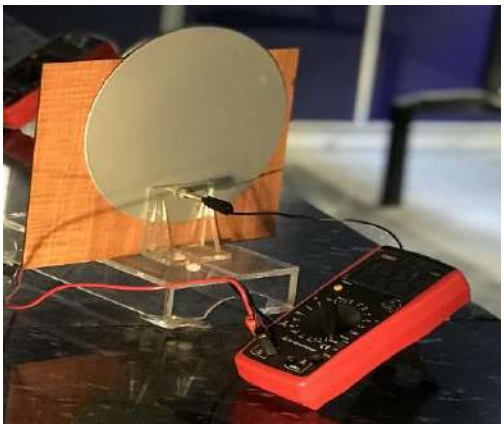
ترتيب الهدبة المظلمة m	المسافة من الهدبة المظلمة إلى الهدبة المركزية y (m)	الطول الموجى λ (nm)
1		
2		
3		
4		

8) نقوم بحساب متوسط القيمة للطول الموجى من :

$$\lambda_{ave} = \frac{\sum \lambda}{4} = \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\ m$$

دراسة المكثفات و حساب السعة الكهربية و ثابت العزل الكهربى

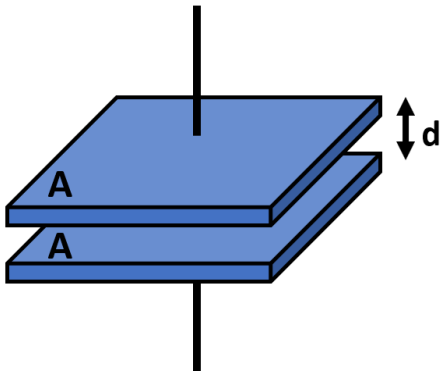
المطلوب فى التجربة:



حساب مساحة لوحى مكثف ذو ألواح متوازية من خلال مقارنة قيمة السعة الكهربية عمليا و حساب القيمة نظريا. و أيضا حساب ثابت العزل الكهربى لمادة عازلة من خلال مقارنة قيم السعة المقاسة بها أو بدونها.

النظرية:

عند وضع جسمين موصلين على بعد مسافة d من بعضهما فإنه تنتج بينهما ما يسمى بالسعة الكهربية حيث تتيح أن يتم تخزين شحنة كهربية فى شكل مجال كهربى من خلال تراكم شحنات موجبة على أحد الجسمين الموصلين عند توصيله بقطب البطارية الموجب و شحنات سالبة بنفس المقدار على الجسم الثانى الموصل على قطب البطارية السالب. تكون العلاقة بين الشحنة المخزنة Q و فرق الجهد V بين الجسمين الموصلين كما يلى:



$$\mathbf{Q = CV}$$

حيث C هو ثابت التناسب و يسمى بالسعة الكهربية للمكثف و وحدته هى Farad (F) و Farad=Coulomb/volt (F=C/v)

كما أنه يمكن حساب سعة المكثف من الشكل الهندسى للجسمين الموصلين.

فى حالة المكثف ذا الألواح المتوازية و العازل عباره عن هواء أو فراغ فإن السعة يمكن حسابها من:

$$\mathbf{C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d}}$$

حيث A مساحة أي من اللوحين الموصلين و d هى المسافة بين اللوحين و $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} C^2/Nm^2$ هى نفاذية الفراغ.

فى حالة وضع مادة عازلة بدلا من الهواء أو الفراغ فإن السعة الناتجة تكون:

$$\mathbf{C = \varepsilon_r \frac{\varepsilon_0 A}{d} \rightarrow C = \varepsilon_r C_0}$$

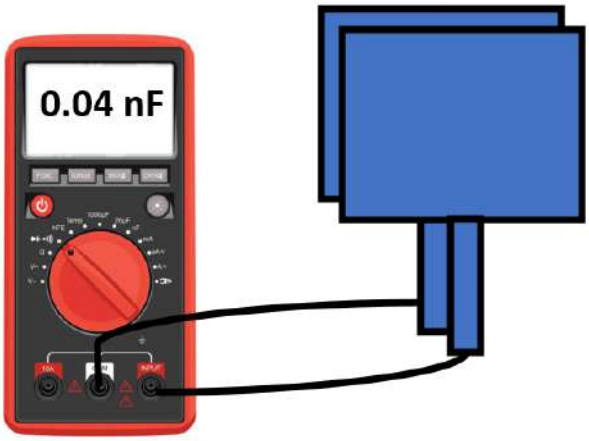
حيث ε_r هى ثابت العزل الكهربى للمادة العازلة.

الأدوات:

1) مكثف ذو ألواح متوازية مجهولة المساحة.
2) جهاز ملتيميتر لقياس السعة الكهربية.
3) قدمة ذات ورنية.
4) مادة عازلة مناسبة لملء الفراغ بين لوحى المكثف.

الخطوات:

1) نقوم بتوصيل لوحى المكثف بجهاز الملتيميتر فى الأطراف المحددة للسعة الكهربية و نضبط مؤشر الملتيميتر لقياس السعة الكهربية (nF) .



2) نضبط المسافة بين اللوحين الموصلين بحيث تساوى 5 ميلليمتر.
3) نسجل قيمة السعة الناتجة على جهاز الملتيميتر و منها نقوم بحساب مساحة لوحى المكثف من:

$$\mathbf{C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \rightarrow \quad A = \frac{C_0 d}{\varepsilon_0}}$$

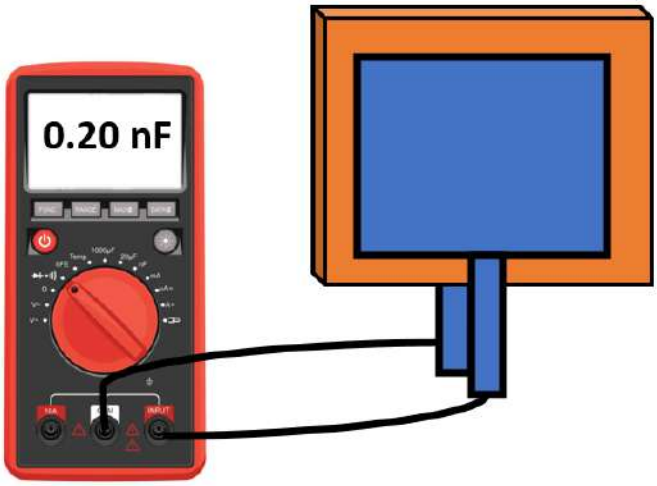
4) نكرر الخطوات السابقة مع مسافات d مختلفة (4 ميلليمتر – 3 ميلليمتر – 2 ميلليمتر) و نسجل السعة الناتجة و المساحة فى كل حالة.
5) نقوم بتجميع القراءات و النواتج فى الجدول التالى:

d (m)	0.002	0.003	0.004	0.005
C_0 (F)				
A (m^2)				

6) قم بحساب متوسط مساحة أى من لوحى المكثف من

$$\mathbf{A_{ave} = (\sum A)/4 = \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\ m^2}$$

7) قم بقياس سمك المادة العازلة $\mathbf{d_1}$ باستخدام القدمة ثم قم بوضعها بحيث تملأ الفراغ بالضبط بين لوحى المكثف.



8) قم بتسجيل قيمة السعة الناتجة على جهاز الملتيميتر $\mathbf{C}$.
9) بحرص شديد دون تحريك اللوحين قم بإزالة المادة العازلة و تأكد أن المسافة بين اللوحين مازالت تساوى $\mathbf{d_1}$.
10) سجل القراءة الناتجة على الملتيميتر C_0.
11) قم بحساب ثابت العزل الكهربى للمادة العازلة من العلاقة :

$$\mathbf{C = \varepsilon_r C_0 \rightarrow \varepsilon_r = \frac{C}{C_0}}$$

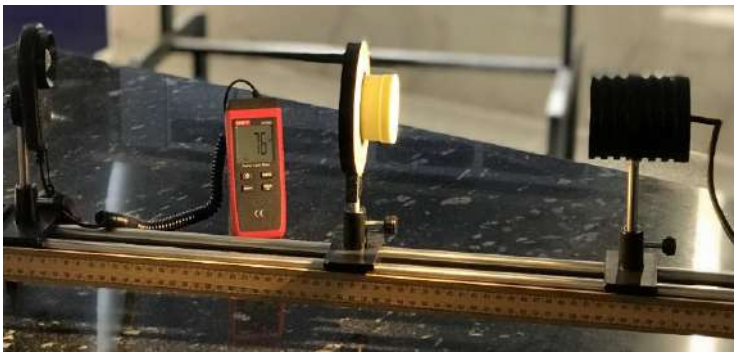
$\mathbf{C} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \mathbf{F}$

$\mathbf{C_0} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \mathbf{F}$

$\boldsymbol{\varepsilon_r} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$

تحقيق قانون Malus لاستقطاب الضوء

المطلوب فى التجربة:



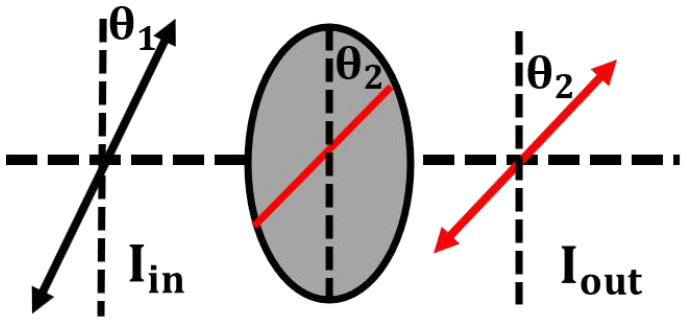
تحقيق قانون Malus للإستقطاب عمليا من خلال حساب الزاوية المحصورة بين شريحتي polaroid و ذلك من خلال قياس الشدة الضوئية الأصلية و الشدة بعد العبور من خلال ال polaroids .

نظرية العمل:

ينص قانون Malus لاستقطاب الضوء بناء على مبدأ الإمتصاص الإنتقائى أنه عند سقوط ضوء على polaroid فإن علاقة الشدة الضوئية قبل و بعد الخروج من ال polaroid تكون كالتالى:

$$\mathbf{I_{out} = \eta I_{in} \cos^2(\theta)}$$

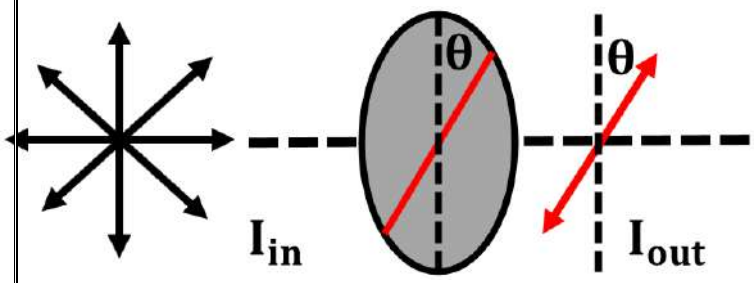
حيث I_{in} هى شدة الضوء قبل ال polaroid و I_{out} هى الشدة بعد الخروج من ال polaroid و θ هى الزاوية المحصورة بين اتجاه استقطاب الضوء قبل الpolaroid و اتجاه ال transmission axis لل polaroid و ال η هى كفاءة التصنيع لل **polaroid** و تتراوح من $\mathbf{0 < \eta < 1}$.



فى حالة أن يكون الضوء الساقط مستقطب فى اتجاه معين:

و بتطبيق قانون Malus :

$$\mathbf{I_{out} = \eta I_{in} \cos^2(\theta) = \eta I_{in} \cos^2(\theta_2 - \theta_1)}$$



فى حالة أن يكون الضوء الساقط غير مستقطب:

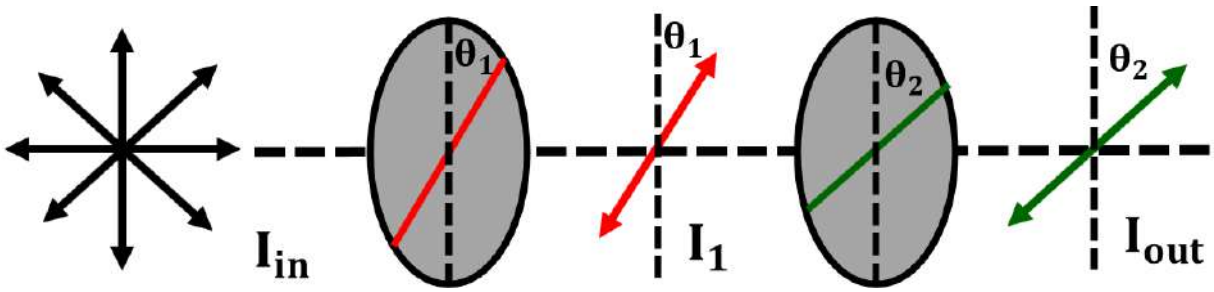
و بتطبيق قانون Malus :

$$\mathbf{I_{out} = \eta I_{in} \cos^2(\theta) = \eta I_{in} [ave\left(\cos^2(\theta)\right)]}$$

و حيث أن $\mathbf{ave\left(\cos^2(\theta)\right) = 0.5}$

$$\mathbf{\therefore I_{out} = 0.5\ \eta\ I_{in}}$$

و يمكن دمج الحالتين السابقتين من خلال استخدام ضوء غير مستقطب و اسقاطه على شريحتين متتاليتين من ال polaroid:



و تكون الشدة الخارجة من ال polaroid الأول :

$$\mathbf{I_1 = 0.5\,\eta\ I_{in}}$$

و الشدة النهائية بعد الخروج من ال polaroid الثانى:

$$\mathbf{I_{out} = \eta\, I_1 cos^2(\theta_2 - \theta_1) = 0.5\,\eta^2\, I_{in} cos^2(\theta_2 - \theta_1)}$$

$$\mathbf{I_{out} = 0.5\,\eta^2\, I_{in} cos^2(\theta)}$$

حيث $\mathbf{\theta = \theta_2 - \theta_1}$

و يمكن حساب كفاءة التصنيع $\boldsymbol{\eta}$ لل **polaroid** من خلال تعريضه لضوء **غير مستقطب** و تطبيق العلاقة التالية:

$$\mathbf{I_{out} = 0.5\,\eta\, I_{in} \rightarrow \eta = 2\frac{I_{out}}{I_{in}}}$$

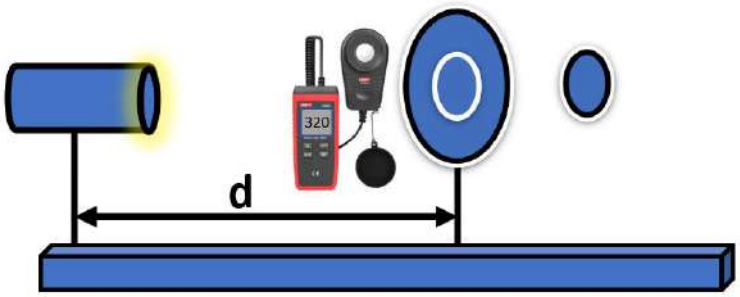
و من خلال قياس قيم $\mathbf{I_{out}}$ و $\mathbf{I_{in}}$ يمكن ايجاد الكفاءة $\boldsymbol{\eta}$

الأدوات المطلوبة للتجربة:

1) مصدر ضوئى غير مستقطب.
2) شريحتى polaroid يمكن التحكم فى الزاوية المحصورة بينهما.
3) طاولة ضوئية لتثبيت المكونات.
4) جهاز قياس الشدة الضوئية

خطوات تنفيذ التجربة:

1) نقوم بتثبيت الأدوات على الطاولة الضوئية كما بالشكل الموضح حيث المسافة d تساوى 50 سم.



2) نقوم بفصل شريحتى ال polaroid كما بالشكل و نستخدم أحدهما فقط و ذلك لحساب كفاءة التصنيع.

3) نقوم بتشغيل المصدر الضوئى.

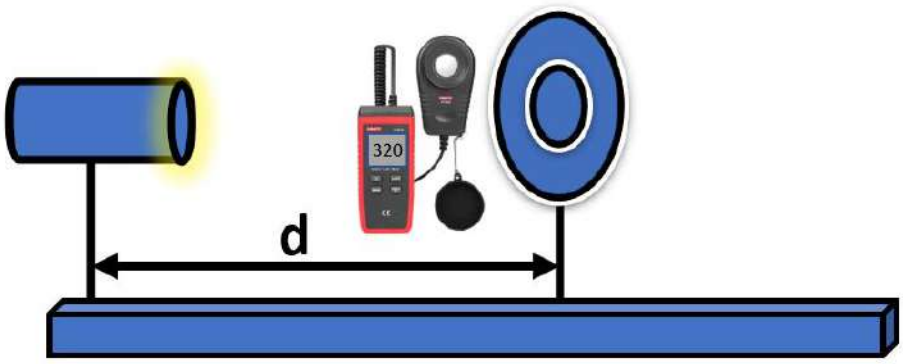
4) نضع جهاز قياس الشدة الضوئية قبل شريحة ال polaroid مباشرة و ملامسا لها و نسجل القراءة.

5) نضع جهاز قياس الشدة الضوئية بعد شريحة ال polaroid مباشرة و ملامسا لها و نسجل القراءة.

6) من خلال قياس الشدة الأصلية و الشدة الخارجة و تطبيق العلاقة $\boldsymbol{\eta = 2\frac{I_{out}}{I_{in}}}$ نسجل قيمة الكفاءة $\boldsymbol{\eta}$.

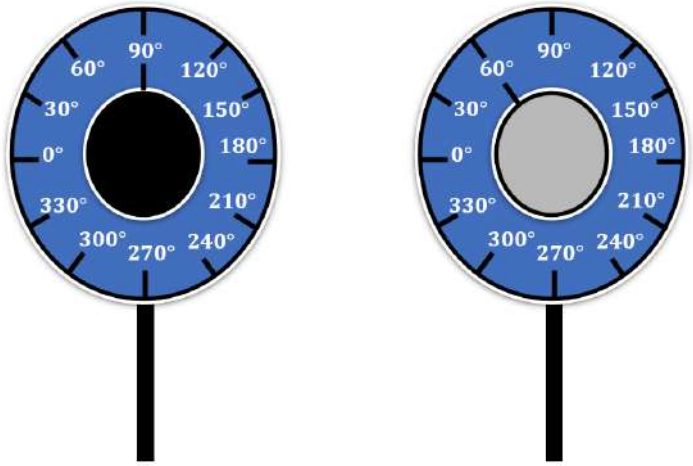
$\boldsymbol{\eta = \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots}$

7) نعيد تركيب شريحتى ال polaroid معا كما بالشكل.



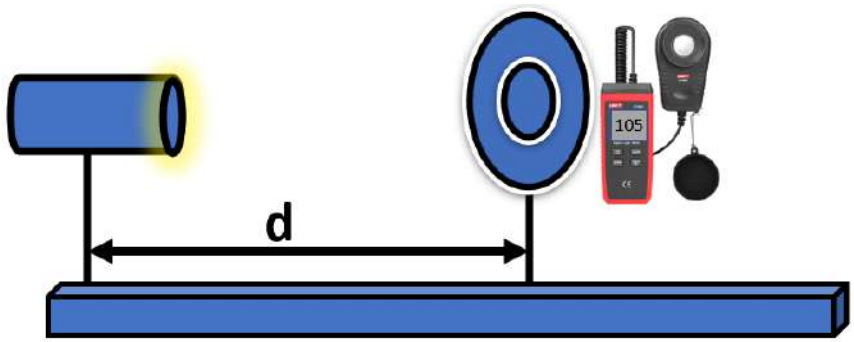
8) نحرك شريحتى الpolaroid بحيث تكون على مسافة d تساوى 50 سم من المصدر.

9) نظبط الزاوية المحصورة بين ال polaroids بحيث تساوى 60°



10) نضع جهاز قياس الشدة الضوئية قبل شريحتى ال polaroid مباشرة و ملامسا لهما و نسجل القراءة.

11) نضع جهاز قياس الشدة الضوئية بعد شريحتى ال polaroid مباشرة و ملامسا لهما و نسجل القراءة.



12) نكرر الخطوات السابقة مع وضع شريحتى ال polaroid على مسافات مختلفة من المصدر (60 سم ، 70سم ، 80 سم) و نسجل قراءة الشدة الضوئية قبل و بعد ال polaroid عند كل مسافة.

13) نقوم بحساب الزاوية المحصورة بين شريحتى ال polaroid عند كل مسافة من العلاقة

$$\mathbf{I_{out} = 0.5\ \eta^2\ I_{in} cos^2(\theta)}$$

14) نقوم بتجميع القراءات و النواتج فى الجدول التالى:

d (cm)	$\mathbf{I_{in}}$ **(Lux)**	$\mathbf{I_{out}}$ **(Lux)**	$\boldsymbol{\theta = \theta_2 - \theta_1}$ **(Deg)**
50			
60			
70			
80			

15) نقوم بحساب متوسط الزاوية المحصورة بين شريحتى ال polaroid من:

$$\boldsymbol{\theta_{ave} = \frac{\sum \theta}{4} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots deg}$$

16) نثبت شريحتى ال polaroid على بعد 50 سم من المصدر

17) نقوم بتسجيل الشدة قبل ال polaroids

$\mathbf{I_{in}}$ = ……Lux .

18) نقوم بالتغيير فى الزاوية المحصورة بين شريحتى ال polaroid مع قياس الشدة الناتجة بعد ال polaroids حتى تكون قيمة الشدة الناتجة : $\mathbf{I_{out} = 0.02\ I_{in}}$. و نسجل قيمة الزاوية الناتجة عمليا

$\mathbf{I_{out} = 0.02\ I_{in}}$ = ……Lux .

$\boldsymbol{\theta_{prac}}$ = ...deg

19) نقوم بحساب قيمة الزاوية بين شريحتى ال polaroid نظريا $\boldsymbol{\theta_{theo}}$ من:

$$\mathbf{I_{out} = 0.5\ \eta^2\ I_{in} cos^2(\theta_{theo}) \rightarrow 0.02\ I_{in} = 0.5\ \eta^2\ I_{in} cos^2(\theta_{theo})}$$

$$\boldsymbol{\theta_{theo} = \ldots\ldots\ldots\ldots deg}$$

20) نقوم بحساب نسبة الخطأ فى القراءة من :

$$\mathbf{\%error = \frac{|\theta_{prac} - \theta_{theo}|}{\theta_{theo}} \times 100\% = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots}$$

note: Lux = 0.0079 W/m^2