Measurements and uncertaintes

القياسات — نسبة الخطأ

- تلخيص لاب فيزياء 1
- بسملة عاصي .

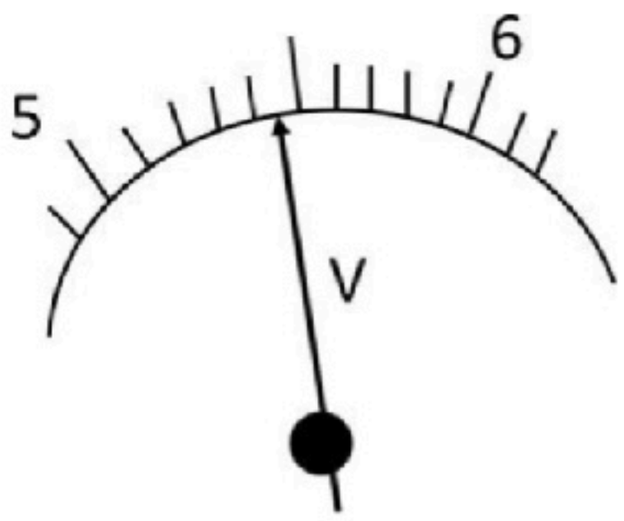
Types of errors

- Random errors → خطأ بسبب الأشخاص
- systematic errors → خطأ بسبب الأدوات والأجهزة

4.1: Random errors

4.1.1 : uncertainly in a measurement

ex:



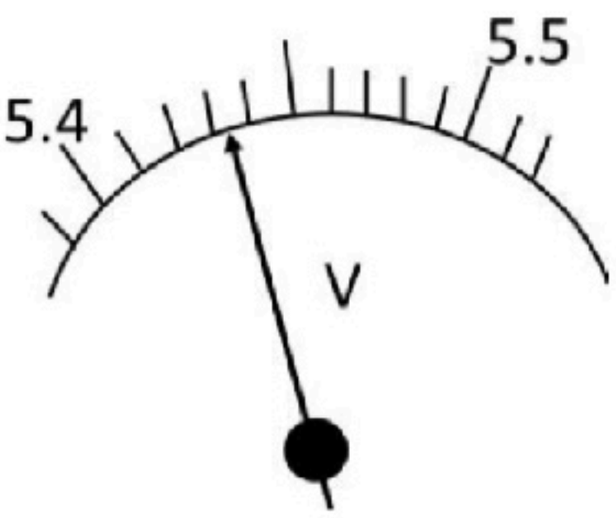
كيف نقرأ V في هذا المثال ملاحظ 5.44 ؟ 5.43 or 5.45

هنا يوجد نسبة خطأ في القراءة بنسبة ±0.1 Volt

اذن يجب ان نقرأ بالنسبة لأقل تدريج في الجهاز :

V = 5.4 ± 0.1 Volt .

ex:



أقل تدريج هنا بنسبة 0.01 Volt وهي نفسها ال uncertainly .

تكون القراءة هنا 5.43 ← نكون متأكدين منا هذه المنازل

الخال يكون هنا .

So V = 5.43 ± 0.1 Volt .

✕ عند القراءة باستخدام أي اداة قياس نقرأ بالنسبة لأقل تدريج موجود

✕ Random errors →
- sample standard deviation (σ_s) .
- standard deviation of the mean (σ_m) .

σ_m تعتمد على σ فإذا أردنا σ نستطيع إيجاد σ_m من العلاقة :

$$\sigma_m = \frac{\sigma_s}{\sqrt{N}}$$

N ← عدد القراءات

ex: L = 2.25 , 2.23 , 2.21 ,
2.22.

① The best value for L is ?

$\overline{L}$ → نجدها على الآلة الحاسبة.

(P88 موجود بالدرسية

(
(
(
(

Rounding (التقريب)

ex: 2.37 → 2.4
2.42 → 2.4
2.51 → 2.5
2.35 → 2.4
2.36 → 2.4
2.356 → 2.37 → 2.4

منا قربنا لأقرب منزلة عشرية.

* نجد ك عن طريق الآلة الحاسبة:

* The best value is the avarge:

$$\frac{\sum_{n} x_i}{N}$$

$\sum_{n} x_i$ ← قيمة التجربة ، عدد المرات

* $\overline{x} \pm 6m$

↳ نكتب هذه لكن بشروط وهي:

* 6m contains one significant figures.

* 6m and $\overline{x}$ يتناسبو أي نفس الأرقام significand figures ، ونقوم بعمل تقريب.

* Note about rounding:

① if the figures > 5 نقرب
if the figures < 5 لا نقرب

② اذا كان آخر رقم 5 ننظر إلى ما قبله اذا كان ما قبله (فردي) odd نقرب اذا كان even (زوجي) لا نقرب.

بسمله عاصي

✗ significant figures (sig. figures)

- figures from 1 to 9 is sig. figures .
- zero ⟶ . حالات لـ 3

✓ impt

ex: 02 ⟶ 1 sig.f ✗ انا كان الصفر على يسار عدد صحيح لا نحسبه .

200 ⟶ 1 sig.f ✗ انا كان الصفر على يمين عدد صحيح لا نحسبه .

202 ⟶ 3 sig.f ✗ انا كان الصفر بين الأرقام نحسبه sig.f .

0.02 ⟶ 1 sig.f ✗ 0 على يسار الفاصلة لا نعده ، والصفر الذي على يمين الفاصلة و يسار الرقم (قبل الرقم) لا نعده .

0.020 ⟶ 2 sig.f ✗ 0 الذي بعد الرقم (رقم عشري) أي على يمينه نحسبه

1.02 ⟶ 3 sig.f ✗ عند وجود 0 بين رقمين نحسبه .

1.020 ⟶ 4 sig.f

✗ كتابة Gm بطريقة صحيحة :

ex: ① 373.22 ± 0.027 ✗ كتابة خاطئة

Gm should be sig.f so : 0.03 .

✓ 373.22 ∴ بعد الفاصلة 2 منزلة

so : 373.22 ± 0.03 .

② 776 ± 21

21 : 2 sig.f ✗ ⟶ 20 : 1 sig.f

and 776 = 780 ⟶ يجب أن نضع 0 لوجوده في 20 .

780 ± 20 .

③ 3367 ± 231

231 : 3 sing.f ✗ ⟶ 200 : 1 sig.f .

3367 ≈ 3400 ⟶ 3400 ± 200

✗ Accuracy and precision and Discrepancy test

Accuracy : الصحة : كم يبعد جوابك عن الاجابة الصحيحة

precision : الدقة : ننظر الى Gm

Discrepancy test : لفحص اذا كانت النتيجة مقبولة أو لا

بسمله عاصي -

ex: true value : $g = 9.8\ m/s^2$.

① $g_1 = 9.72 \pm 0.02$

② $g_2 = 9.84 \pm 0.09$

A. × accuracy | true value − exp value |

① 0.1 ∴ ② is more accurate.

② 0.01

× precision ⟶ تنظر إلى Random errors اذا كان صغير تكون أكثر دقة

∴ ① is more precise. (① أكثر صحة)

※ Note:

① Small random errors means high precision.

② Negligible systematic errors means accuracy.

× Discrepancy test = | true value − exp value | $\leq$ 2 error (6m)

A. ex: ① $0.1 \leq 2 \times 0.02$ ⟶ no, so the result not accepted.

② $0.01 \leq 2 \times 0.09$ ⟶ result is accepted.

× اذا كانت النتيجة غير مقبولة فهذا لا يعني انها خاطئة قد يعني وجود أخطاء بالتجربة.

× Addition and subtraction

ex: $x = 2.26 \pm 0.01$, $z = x + y$, find $z \pm \Delta z$.
$y = 3.2 \pm 0.1$

A. $z = x + y$

$z = 2.26 + 3.2 = 5.46 = 5.5$

$\Delta z = \Delta x + \Delta y$

$= 0.01 + 0.1 = 0.11 = 0.21$

SO: $z \pm \Delta z$

⟶ 5.5 ± 0.2

يجب أن ننظر إلى x, y ونكتب النتيجة بالنسبة إلى أقل عدد منازل بعد الفاصلة

هنا منازل 2 : x ، منازل 1 : y

نكتب منازل 1 : z

لكن يجب الانتباه إلى 6m

يجب أن تكون 1 sig.f : 6m ونكتب z على حسبها.

بسمله - عاصي

* Multiplication and division

$Z = \frac{0.22 \times 7.2}{6.12} \longrightarrow$ A. $Z = 0.2588$

كيف نكتب الجواب بطريقة صحيحة؟

* ننظر إلى عدد sig.f : 6.12: 3 sig.f / 7.2: 2 sig.f / 0.22: 2 sig.f

نكتب الجواب على أقل عدد sig.f وهنا هو 2.

$\therefore Z = 0.26$

* إيجاد نسبة الخطأ:

$Z = \frac{XY}{m} \longrightarrow \frac{\Delta Z}{Z} = \frac{\Delta X}{X} + \frac{\Delta Y}{Y} + \frac{\Delta m}{m}$

ex: $X = 2.2 \pm 0.1$, $Y = 3.22 \pm 0.01$, $m = 4.2 \pm 0.2$

Find $Z \pm \Delta Z$?

A. $Z = \frac{XY}{m} = \frac{2.2 \times 3.22}{4.2} = 1.68066$

$\frac{\Delta Z}{Z} = \frac{\Delta X}{X} + \frac{\Delta Y}{Y} + \frac{\Delta m}{m} \longrightarrow \frac{\Delta Z}{Z} = \left(\frac{0.1}{2.2} + \frac{0.01}{3.22} + \frac{0.2}{4.2}\right)$ ← بنضف العملية على الآلة الحاسبة لا نجد كل واحدة لحال ونقرب X

$\Delta Z = 1.68066 \times 0.09717 = 0.162 = 0.2$

so : 1.7 ± 0.2

* Note:

IN δm if was the leading number 1 we can write another number behind it.

ex: $\delta m = 0.162 \longrightarrow \delta m = 0.16$ or 0.2.

* functions:

x^2, $\sqrt{x}$, $\sin x$, e^x, $\ln x$, $\log x$.

ex: find x^2 for $x =$:

A. ① $(2.2)^2 = 4.84 = 4.8$

② $(3)^2 = 9$

③ $(3.0)^2 = 9.0$

④ $(5)^2 = \overset{\times}{25} = 20$.

⑤ $(5.0)^2 = 25$.

لأن الرقم الأصلي (X) عبارة عن 2 sig.f :: الأجابة يجب أن تكون 2 sig.f

بسلمه عاصي

ex: find the $\sqrt{x}$ for x=

① 25 → $\sqrt{25}$ = 5.0

ex: find the $\sqrt[3]{x}$ for x=27

$\sqrt[3]{27}$ = 3.0

ex: sin 90 = 1 ⟶ 90 : 1 sig.f so A is 1 sig.f.

sin 89 = $0.\overbrace{999}$ = 1.0

if $\sin\left(\frac{xy}{z}\right)$ where x: 2 sig.f / y: 3 sig.f / z: 4 sig.f

so the answer should be 2 sig.f.

x How find the unc in functions:

$\Delta f = \left|\frac{df}{dx}\right| \Delta x$ ⟶ ex ⟶ Δf for $x^2 = 2x\,\Delta x$

Δf: خطأ في الاقتران — $\frac{df}{dx}$: اشتقاق الاقتران

أو نستخدم قاعدة الضرب.

Δf for $\sqrt{x} = \frac{\Delta x}{2\sqrt{x}}$

Δf for $\sin x = \cos x\,\Delta x$

but: if $x = 2.1 \pm 0.1$ find x^2 and unc.

A. $x^2 = (2.1)^2 = 4.41 = 4.4$

$\Delta f = 2x\,\Delta x = 2 \times 2.1 \times 0.1 = 0.42 = 0.4$

so: $f \pm \Delta f = 4.4 \mp 0.4$

x if $x = 35° \pm 1°$ find $f(x) = \sin x$ and Δf ?

$f(35) = \sin 35 = 0.57357$

$\pi \rightarrow 180°$

$x \leftarrow 1°$

$\Delta f = |\cos x|\,\Delta x = |\cos 35| \times \frac{\pi}{180} = 0.014 = 0.01$

يجب أن ناخذ قيمة مطلقة / وعند تعويض الزوايا خارج الاقترانات المثلثية نحولها إلى ريديان.

so: 0.57 ± 0.01

بسملة علي

$f(x,y,z) = x^2e^y + z$ find Δf , $x \pm \Delta x$, $y \pm \Delta y$, $z \pm \Delta z$

$$\Delta f = \left|\frac{df}{dx}\right| \Delta x + \left|\frac{df}{dy}\right| \Delta y + \left|\frac{df}{dz}\right| \Delta z$$ ← نستخدم هذه القاعدة

- $\frac{df}{dx}$: نشتق الاقتران بالنسبة لـ x ← const z, y نعتبر
- $\frac{df}{dy}$: نشتق الاقتران بالنسبة لـ y ← const z, x نعتبر
- $\frac{df}{dz}$: نشتق الاقتران بالنسبة لـ z ← const x, y نعتبر

const ثابت

A. $\frac{df}{dx} = \underbrace{e^y}_{\text{ثابت}}(2x)$

$\frac{df}{dy} = x^2e^y$

$\frac{df}{dz} = 1$

so $\Delta f = \left|e^y(2x)\right| \Delta x + \left|x^2e^y\right| \Delta y + \Delta z$

---

* Note:

عند ايجاد slope من رسمة خط مستقيم نأخذ نقطتين ليمرّ بالخط المستقيم.

بسمله عاصي

بسم الله الرحمن الرحيم .

Experiment 1 : Density of a Metal and Distance between its Atoms .

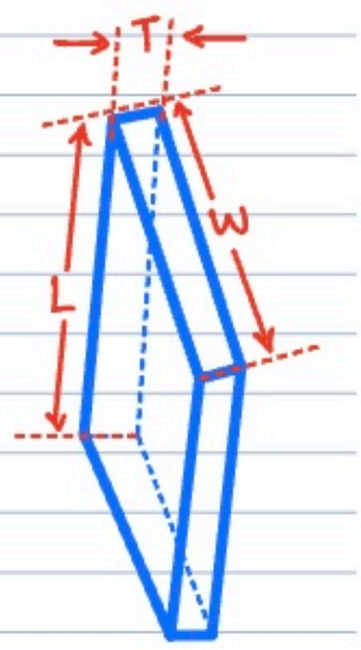
* $\rho = \frac{M}{V}$, Where : ρ : density .
M : Mass .
V : Volume .

الـ unc اختصار لـ uncertainty .

* length (L)
width (W)
thickness (T) ← يقاس 6 times بالكاليبر (caliper)

* عند قياس L , W باستخدام الكليبر يجب تحويل الوحدات من mm إلى cm بالقسمة على 10 .
* عند قياس T باستخدام المايكروميتر نحول أيضاً من mm إلى cm .
* القطعة التي نستخدمها نفس الـ mass باستخدام الميزان تكون $m \pm \Delta m$ ← أقل تدريج في الميزان

* we find the average of value : ($\bar{L}$, $\bar{W}$, $\bar{T}$)



so the volume : $V = \bar{L} \times \bar{W} \times \bar{T}$

And unc in volume is : $\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta W}{W} + \frac{\Delta T}{T}$

so : $V \pm \Delta V$

• And unc in ρ : $\frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{\Delta M}{M} + \frac{\Delta V}{V}$.

so : $\rho \pm \Delta \rho$

* $a = \sqrt[3]{\frac{A_w}{\rho N_A}}$

Where : A_w : Atomic mass (العدد الكتلي)
ρ : density (الكثافة)
N_A : Avogadro's number (عدد أفوجادرو) (6.023×10^{23})

And a is : distance between atoms .

* اشتقاق قانون a :

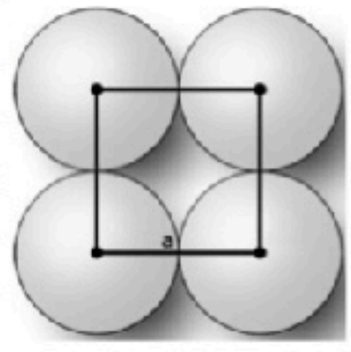
① لنفرض mass لقطعة من مادة معينة : M و الحجم : V ← منه يمكننا حساب
The total number of atoms (N) in that piece of material as :-

$N = nN_A = \frac{M}{A_w} N_A$ → [1]

② وفرضنا أن كل ذرة داخل المكعب بطول a سيكون الحجم a^3 ، فيكون لدينا تقدير آخر لـ N :-

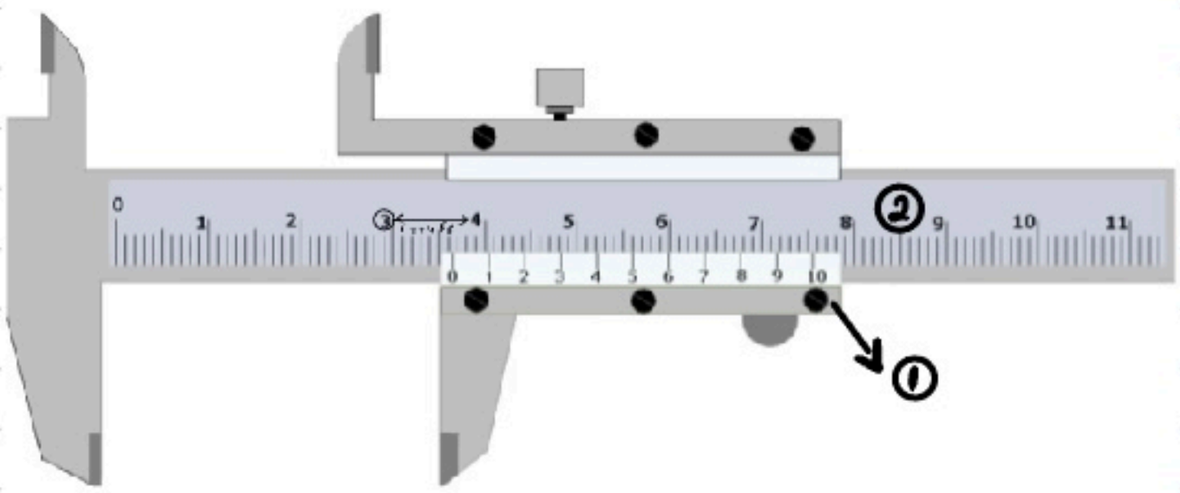
$N = \frac{M}{\rho a^3}$ → [2]

so from [1] and [2] : $a = \sqrt[3]{\frac{A_w}{\rho N_A}}$



Simple cubic lattice

✕ كيفية القراءة باستخدام الكليبر (caliper) :



- ننظر إلى الفك المتحرك وهو المشار إليه بالرقم ① ، ونرى 0 واقع بين أي رقمين .

في هذه الصورة 0 واقع بين 3 و 4 فإنا نضع الرقم 3 .

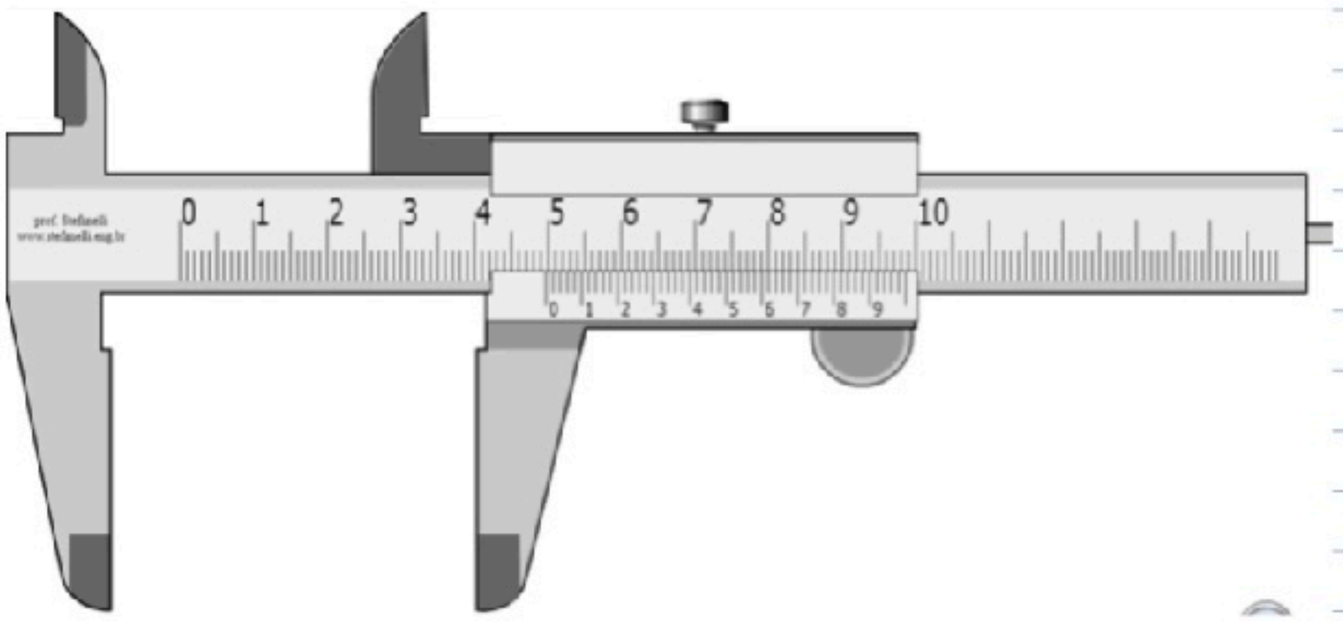
أي نختار الرقم الذي قبل 0 ونكتبه ، ثم نبدأ العد من الرقم الذي كتبناه حتى نصل إلى 0

هنا كان رقم 3 ، ونعد بعد 3 فيكون التدريج بعد 3 هو 6 فيصبح لدينا 36

نبحث عن التطابق بين الفك المتحرك ① و التدريج الذي فوقه ② نأخذ أفضل تطابق وهو 0.5

إذن $36\ mm + 0.5\ mm = 36.5\ mm$

✕ Note : انا أردنا التحويل الى cm نقسم على 10 .



ex :

① الرقم على يسار 0 هو 4 .

② عدد التدريج بين 0 و 4 هو 9 إذن

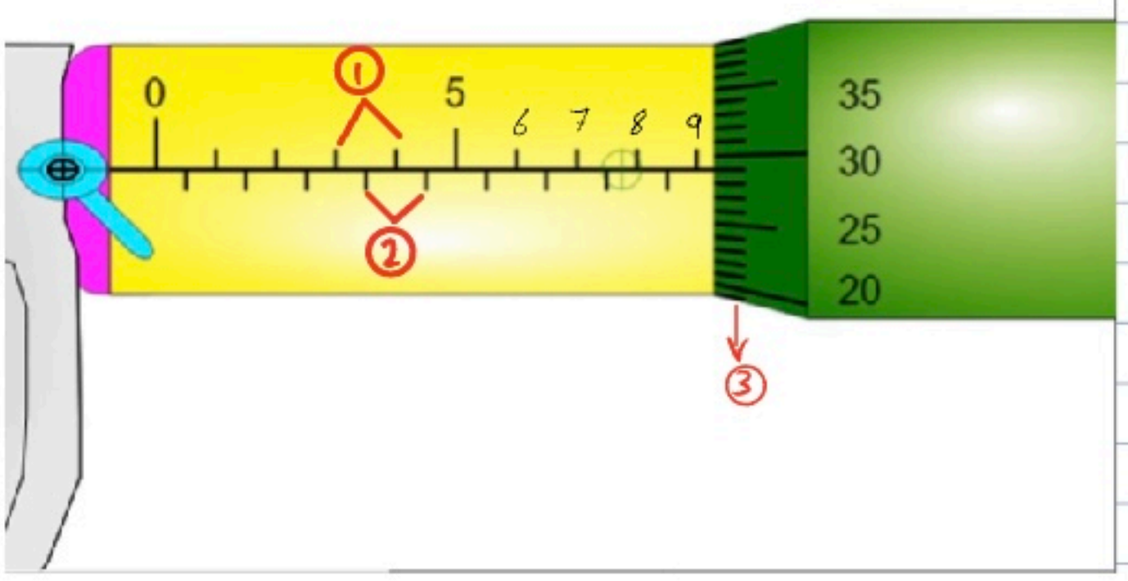
49 mm .

③ أفضل تطابق هو 0.6 mm إذن

49 mm + 0.6 mm

= 49.6 mm .

✕ كيفية القراءة باستخدام المايكرومتر (The micrometer) :



① التدريج ① هو عبارة عن رقم أي : 1 ، 2 ، 3 ....

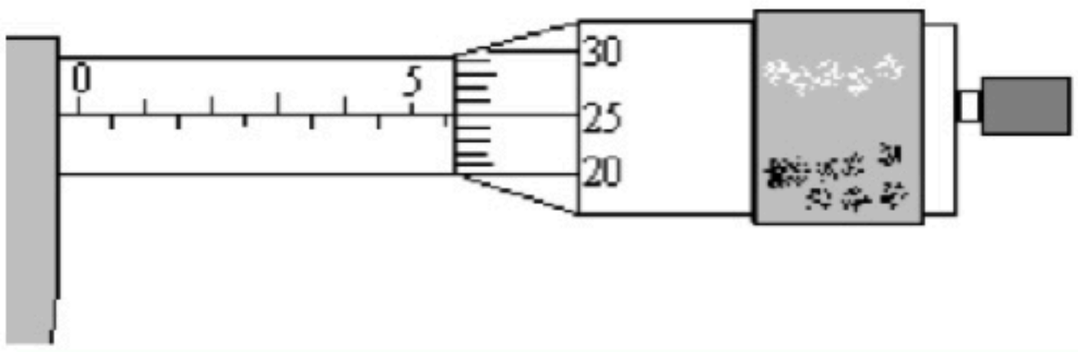
أما ② فهي النصف أي : 1.5 ، 2.5 ...

الرقم الذي في التدريج ① وبما أنه لم يظهر تدرج ② تصبح القراءة 9 mm

② ننظر إلى التطابق بين ③ والخط الآخر نتكون 0.29 mm .

9.29 mm = 0.29 mm + 9 mm ∴

ex :



① الرقم في القطعة الأولى 5 وظهر تدريج النصف إذن :

5.5 mm

② التطابق بين الخطين هو 0.25 mm

③ 5.5 mm + 0.25 mm = 5.75 mm

بسملة عاصي

Experiment 2 : Conservation of linear Momentum.

* linear momentum ($\overline{P}$) : $\overline{P} = m\overline{v}$ where v is velocity, M: Mass.

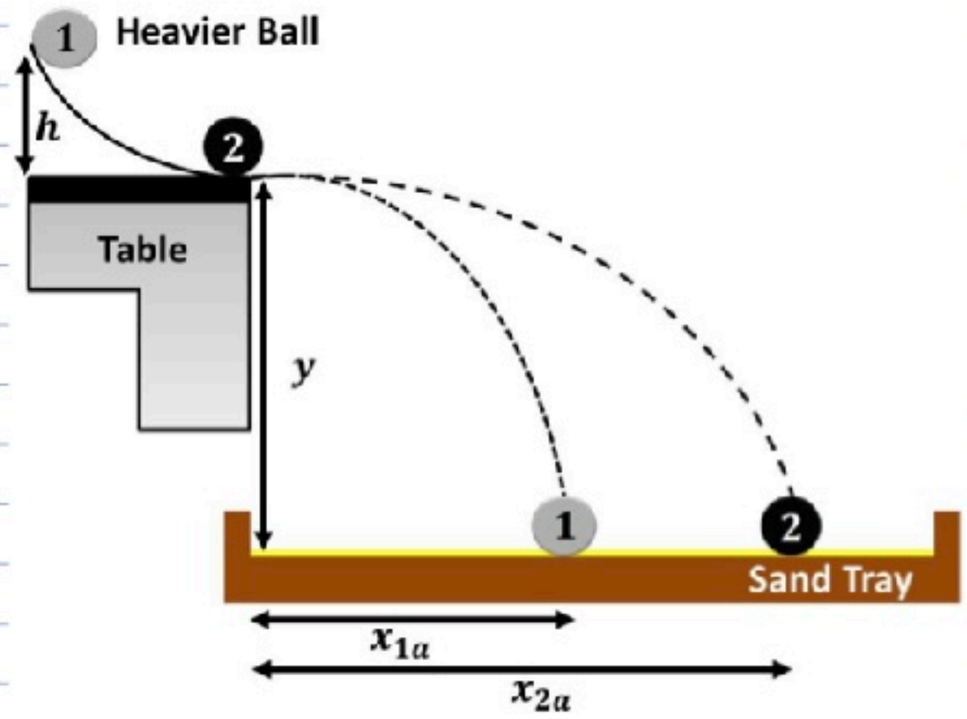
* The linear momentum of an isolated system is conserved ($\overline{\Delta P} = 0$) أي كمية التحرك في نظام مغلق ومعزول محفوظة.

$$P_b = P_a$$
$$m_1 v_{1b} + \cancel{m_2 v_{2b}}^{0} = m_1 v_{1a} + m_2 v_{2a}$$
(لأنها = 0)

So: $m_1 v_{1b} = m_1 v_{1a} + m_2 v_{2a}$.

* The ratio R: $R = \frac{P_a}{P_b} = 1$, theoretically (This is the true value)

* لحساب الزمن من سقوط الكرة أفقياً :



$y = \frac{1}{2} g t^2 \xrightarrow{\text{so}} T = \sqrt{\frac{2y}{g}}$ (Time of flight)

And: velocity (v) : $\frac{\text{distance (x)}}{\text{time (t)}}$.

So :

$$v_{1b} = \frac{2x_{1b}}{\sqrt{\frac{2y}{g}}} \quad , \quad v_{1a} = \frac{x_{1a}}{\sqrt{\frac{2y}{g}}} \quad , \quad v_{2a} = \frac{x_{2a}}{\sqrt{\frac{2y}{g}}}$$

So $R = \frac{m_1 v_{1a} + m_2 v_{2a}}{m_1 v_{1b}} = \frac{m_1 \overline{x}_{1a} + m_2 \overline{x}_{2a}}{m_1 \overline{x}_{1b}}$.

* To find the UNC :-

$R = \frac{m_1 \overline{x}_{1a} + m_2 \overline{x}_{2a}}{m_1 \overline{x}_{1b}} = \frac{A}{B}$

بسيط علمي .

So :

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B} .$$

Where: $\Delta A = m_1 \Delta x_{1a} + \Delta m_1 \overline{x}_{1a} + m_2 \Delta \overline{x}_{2a} + \Delta m_2 \overline{x}_{2a}$

$\Delta B = m_1 \Delta x_{1b} + \Delta m_1 \overline{x}_{1b}$.

$R \pm \Delta R$.

x_{2a} , x_{1a} نقيس x 6 times ونجد σ_m ثم average

* أقل قراءة : Δm يستطيع الميزان قراءته.

* $\Delta \overline{x} = \sigma_m$ حيث أنه لدينا 6 قراءات ننجد $\overline{x}$ ثم σ_x ثم σ_m

$\Delta \overline{x} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{N}}$.

Experiment 3: Density of Liquids

* fluids (موائع) → Gases, liquids

* pressure = Force / Area → $P = \frac{F}{A}$ (الضغط)

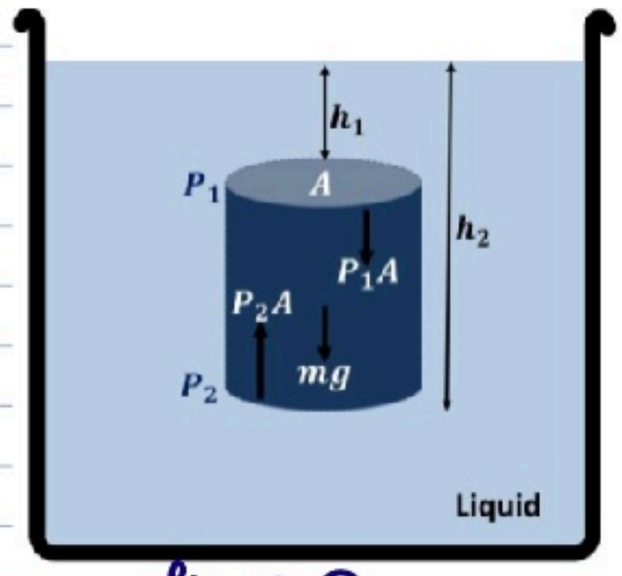


figure ①

so: $F = PA$: from figure ①:

$P_2A - P_1A - mg = 0$, but mass = density x volume so $m = \rho V = \rho A (h_2 - h_1)$

$P_2A - P_1A - g\rho A(h_2 - h_1) = 0$

$P_2A - P_1A = g\rho A(h_2 - h_1)$

$P_2 - P_1 = \rho g (h_2 - h_1)$ ×

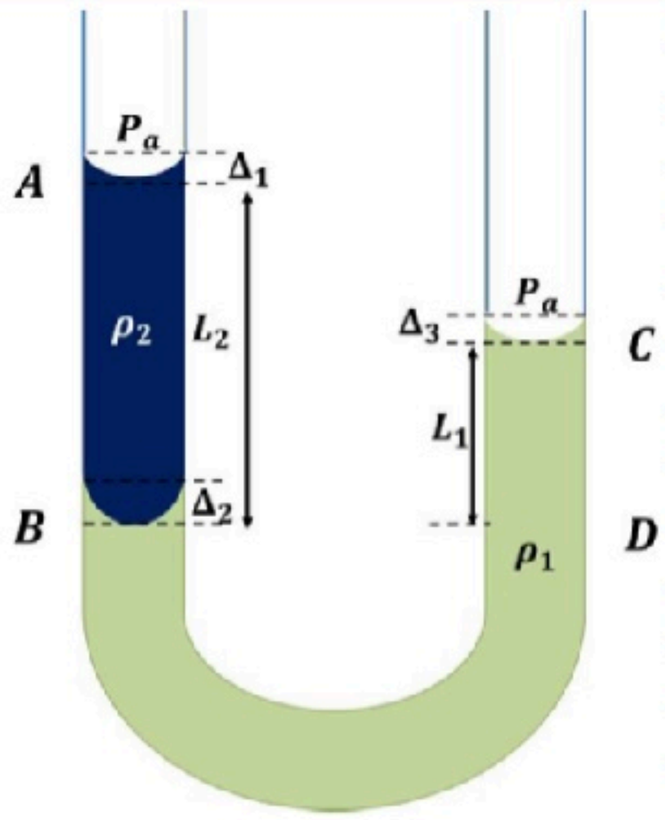


figure ②

from figure ②:

$P_B - P_A = \rho_2 g L_2$, but $P_A = P_C = P_a$ Where P_a is the atmospheric pressure

$P_D - P_C = \rho_1 g L_1$

And $P_B = P_D$ Because the 2 points B and D are at the same vertical height.

SO:

$\rho_1 L_1 = \rho_2 L_2$

since ρ_1 is water has density of 1 g/cm³

so: $L_1 = \rho_2 L_2$ → renamed ρ_2 as ρ so:

ρ_1 is water

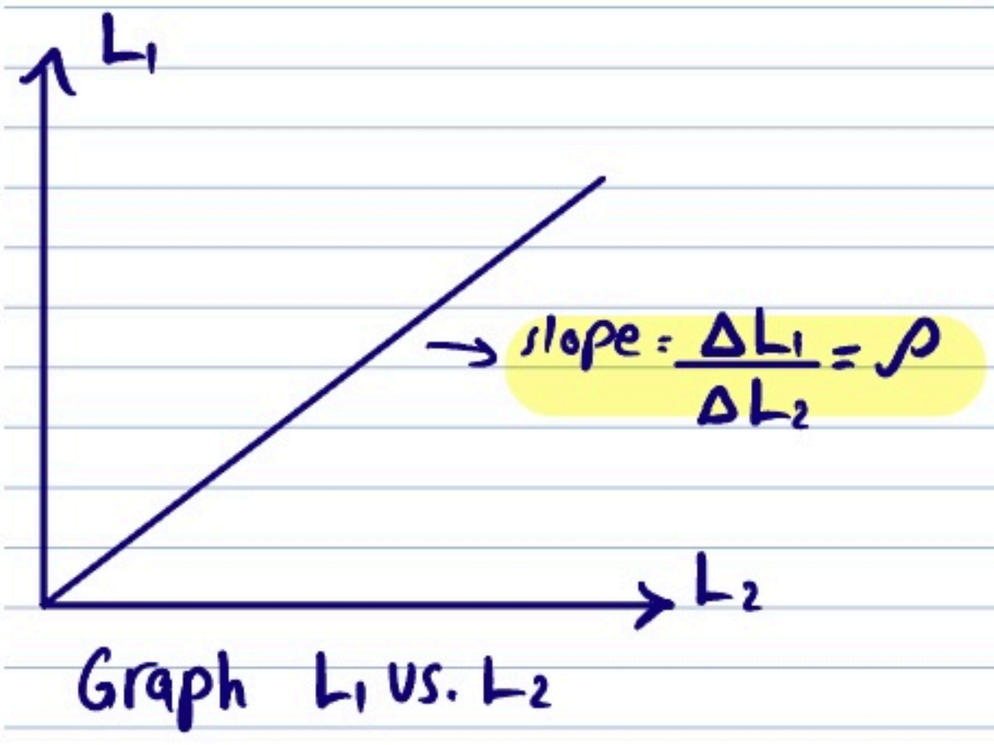
ρ_2 is unknown (سائل غير معروف)

$\rho = \frac{L_1}{L_2}$

And unc: $\frac{\Delta\rho}{\rho} = \frac{\Delta L_1}{L_1} + \frac{\Delta L_2}{L_2}$

Where is: $\Delta L_1 = \Delta_2 + \Delta_3$
$\Delta L_2 = \Delta_1 + \Delta_2$

كما هو ظاهر في figur 2 نقوم بقياسهم عملياً $\Delta_{1,2,3}$



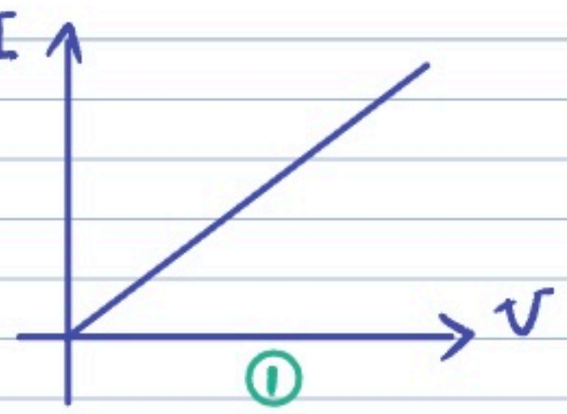
Graph L_1 vs. L_2

بسلامة عاصي

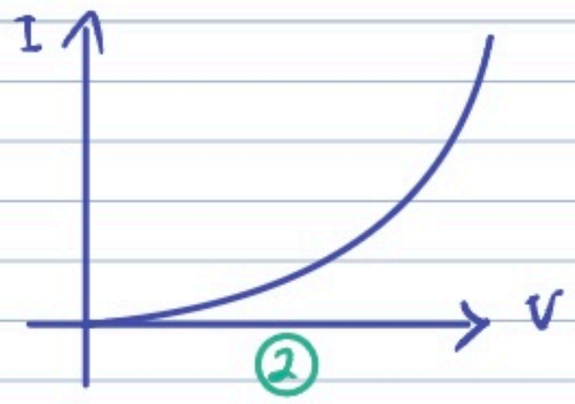
Experiment 4 : DC Circuits.

* Resistance (R) = $\frac{\text{voltage (V)}}{\text{current (I)}}$ → $\frac{V}{I}$ → V: volts, I: Ampere : $= V/A = \Omega$ → Unit of R. (ohms)

*

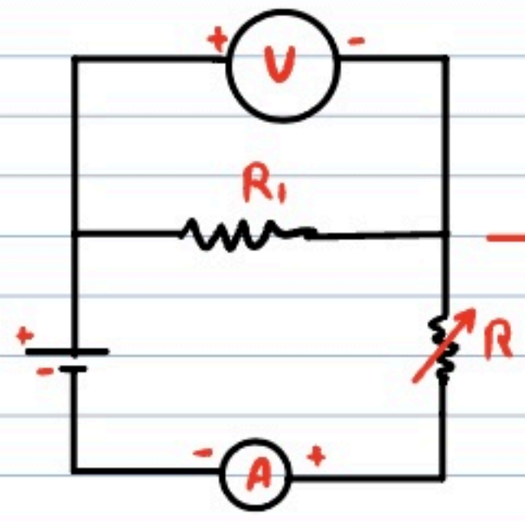


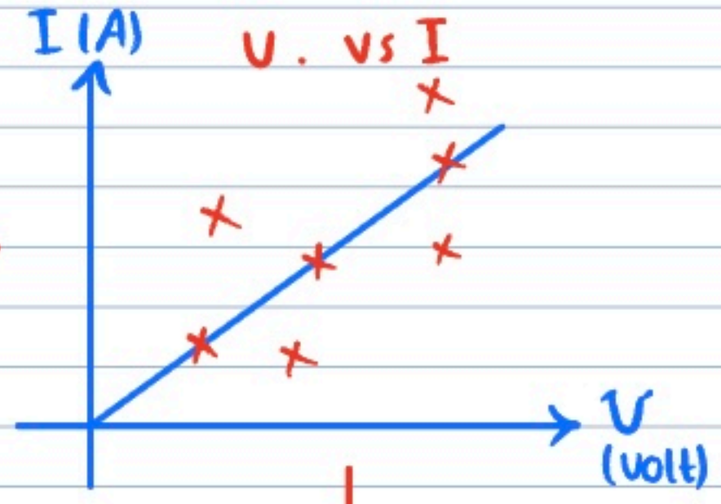
① ohmic : I, V linear.



② non-ohmic : I, V non-linear.

* part (A) :



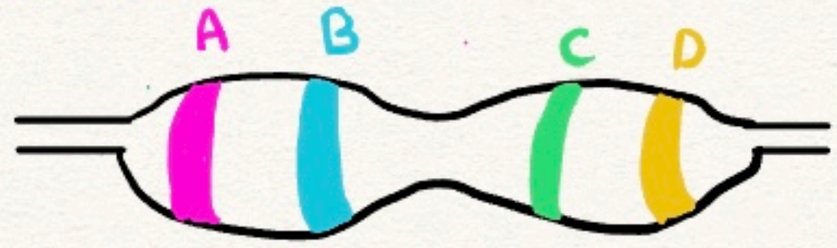


slope = $\frac{1}{R_1}$ where R = $\frac{V}{I}$

And : $\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I}$.

so : $R_1 \pm \Delta R$

* Note :

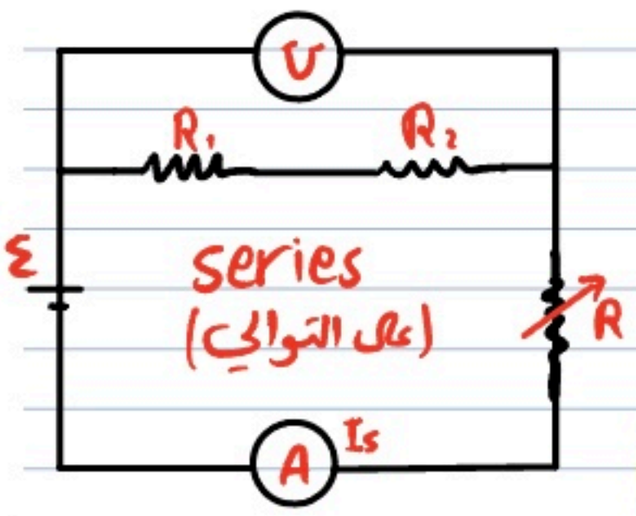


True value (Theo) :-

$AB \times 10^C \pm (D\%) \times (f)$ ← $AB \times 10^C$

- By color code.

* part (B) :



$R_{s\,theo} = R_1 + R_2$ (color code)

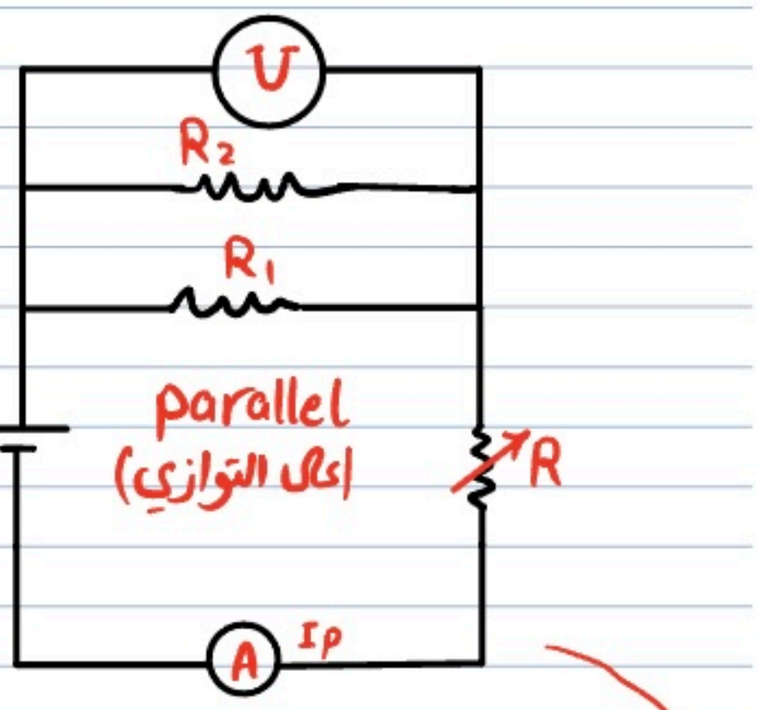
$I_s, V_s \rightarrow R_{s\,exp} = \frac{V_s}{I_s}$

$\frac{\Delta R_s}{R_s} = \frac{\Delta V_s}{V_s} + \frac{\Delta I_s}{I_s}$

Where : ΔV_s and ΔI_s من الجهاز

so ← $R_s \pm \Delta R_s$

* يكون لدينا $R_{s\,theo}$, $R_{s\,exp}$ ونقارن بينهما



$\frac{1}{R_{p\,theo}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

R_1, R_2 By color code ←

$R_{p\,exp} = \frac{V_p}{I_p}$

$\frac{\Delta R_{p\,exp}}{R_p} = \frac{\Delta V_p}{V_p} + \frac{\Delta I_p}{I_p}$

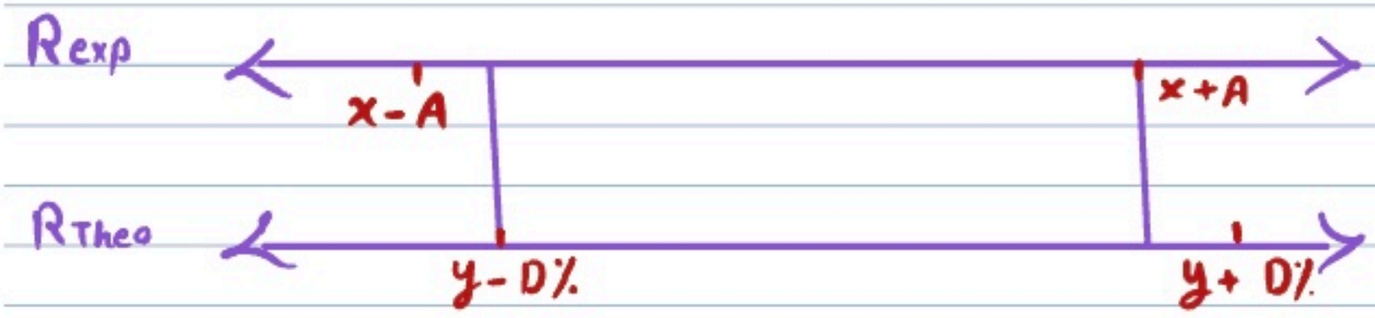
$R_{p\,exp} \pm \Delta R_p$.

* لدينا $R_{s\,theo}$, $R_{p\,exp}$ عن طريق Range test

بسملة عاطي.

x Range test :

بسلك خاصي



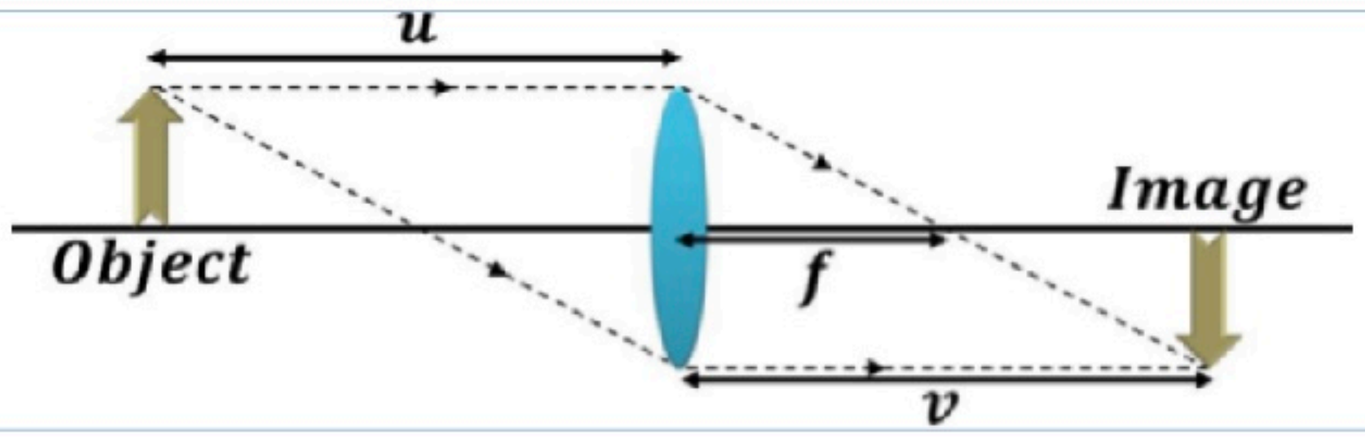
Where : Rexp = x
Δ Rexp = A

And y = Rtheo .

- اذا صرت تقاطع كما في الشكل نتكون النتيجة accep .

Experiment 5 : focal length of a Convex lens.

البعد البؤري — عدسة محدبة



where:
u : distance between object and lens.
v : distance between lens and image.
f : focal lenght.

* $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$, When $u \to \infty$: $\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{v} \to \frac{1}{f} = \frac{1}{v}$

* $\frac{1}{v} = \ominus\frac{1}{u} + \frac{1}{f}$ → The Graph $\frac{1}{v}$ vs. $\frac{1}{u}$ is straight line with slope of -1

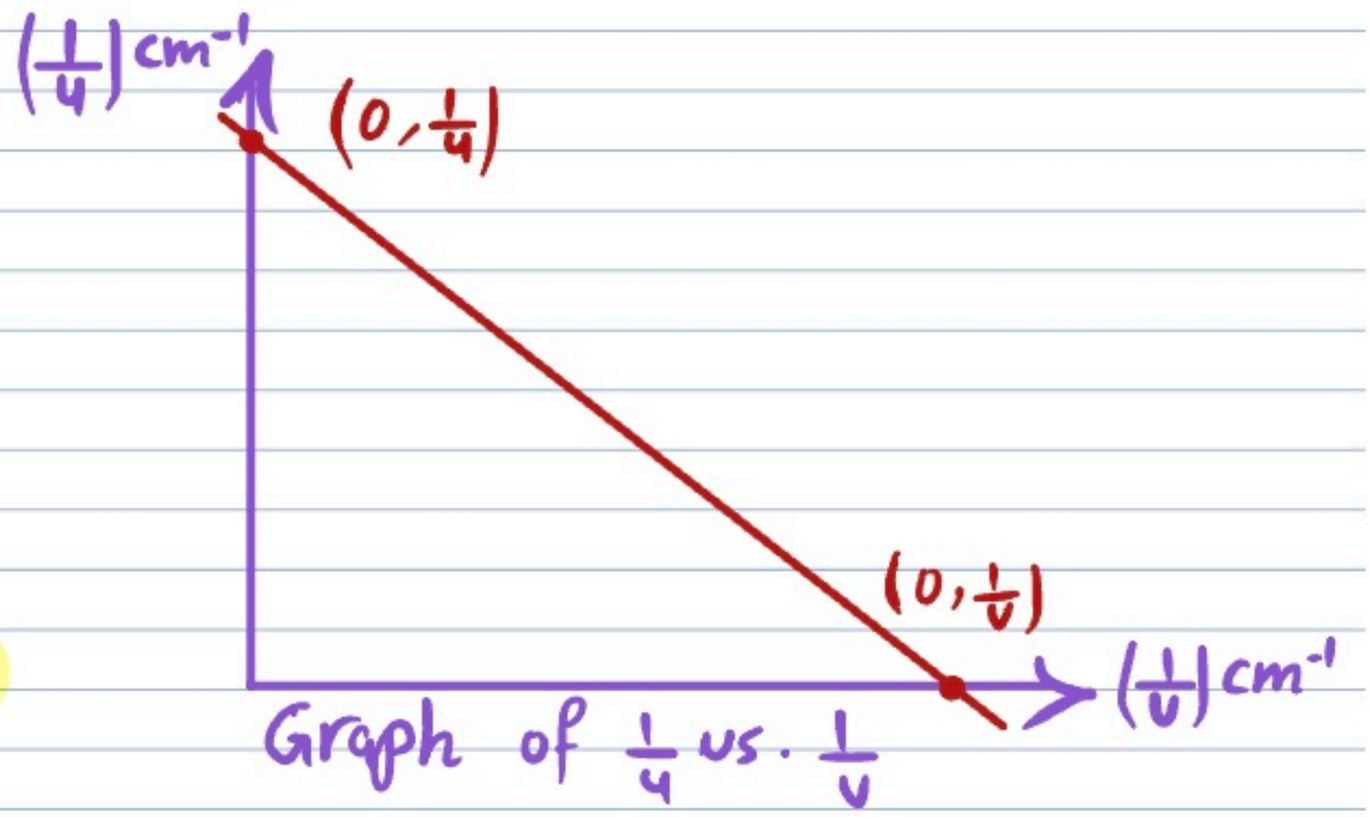
true value

When: $\frac{1}{v} = 0 \to \frac{1}{f_1} = \frac{1}{u}$

$\frac{1}{u} = 0 \to \frac{1}{f_2} = \frac{1}{v}$

* $(0, \frac{1}{u})$: y-intercept.
* $(0, \frac{1}{v})$: x-intercept.

so Theoretically $f_y = f_x$



Graph of $\frac{1}{u}$ vs. $\frac{1}{v}$

* $f_{avg} = \frac{f_1 + f_2}{2}$

بسلك عامي

And the UNC :-

$\frac{\Delta f}{f^2} = \frac{\Delta v}{v^2} + \frac{\Delta u}{u^2}$ or : $|-f^{-2}\Delta f| = |-v^{-2}\Delta v| + |-u^{-2}\Delta u|$

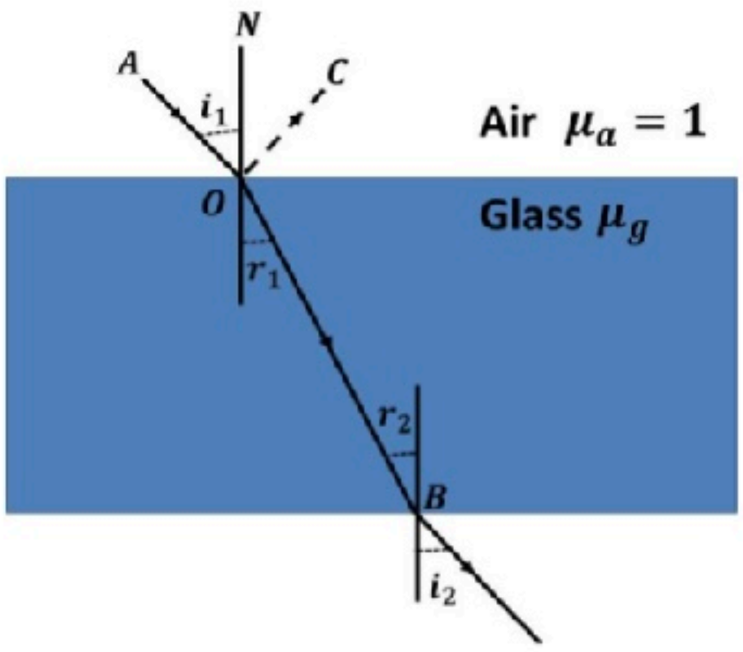
* $f \pm \Delta f$

Experiment 6 : Index of Refraction

* Cause of refraction of light : The bending of light Where it moves from to anther.

* Index of refraction (μ) = $\frac{\text{speed of light in vacum (C)}}{\text{speed of light in meelium (V)}}$

* Vacum (C) = 3×10^8 m/s



Where: r_1, r_2 infrection angle

Theoretically : $i_1 = i_2$

$r_1 = r_2$

* $\mu \geq 1$

* $\mu_a \sin i = \mu_g \sin r$ *

μ_a ← index of refraction in air

i ← Angel of incidence.

μ_g ← index of refraction in glass.

r → Angle of refraction.

but index of refraction in air $\simeq 1$ so :

$\sin i = \mu_g \sin r$

$\sin i$ → y

μ_g → slope

$\sin r$ → x

so $\mu_g = \frac{\sin i}{\sin r}$.

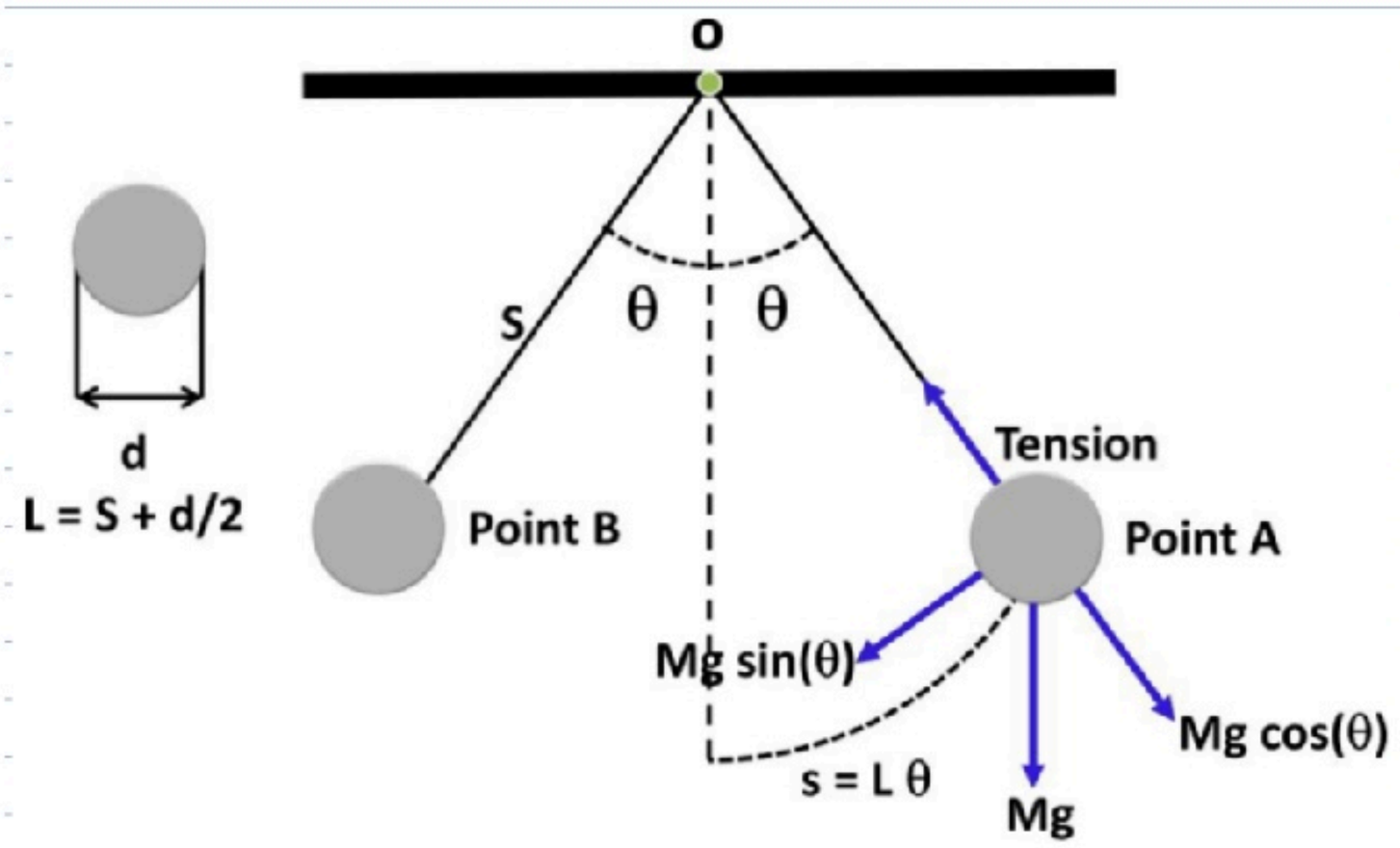
And unc :-

$$\frac{\Delta \mu_g}{\mu_g} = \left|\frac{\cos i}{\sin i}\right| \Delta i + \left|\frac{\cos r}{\sin r}\right| \Delta r$$

* Δi, Δr by estimation.

بسملة عاصي

Experiment 7: Measuring of g at BZU.



- Note :-
- $\frac{d}{2}$: نصف القطر
- θ is very small.

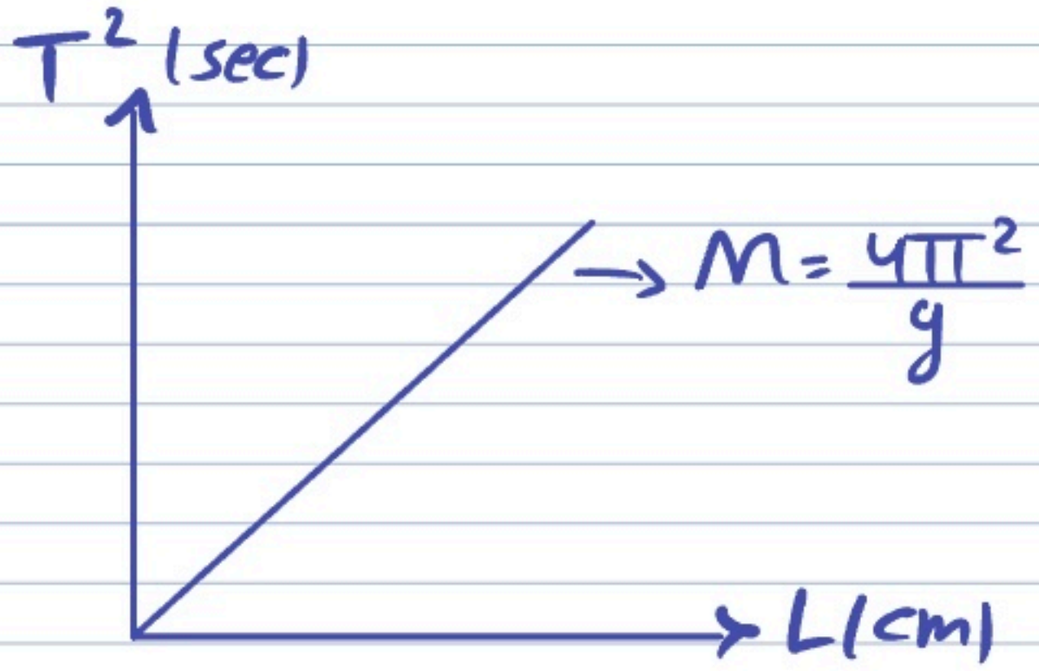
$\sin\theta \approx \theta$ so

$$\text{period} = T = \frac{2\pi}{w} = \frac{2\pi}{\sqrt{g/L}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

الزمن الدوري

من تحليل القوى وحل معادلات تفاضلية.

$$\text{So: } T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L$$



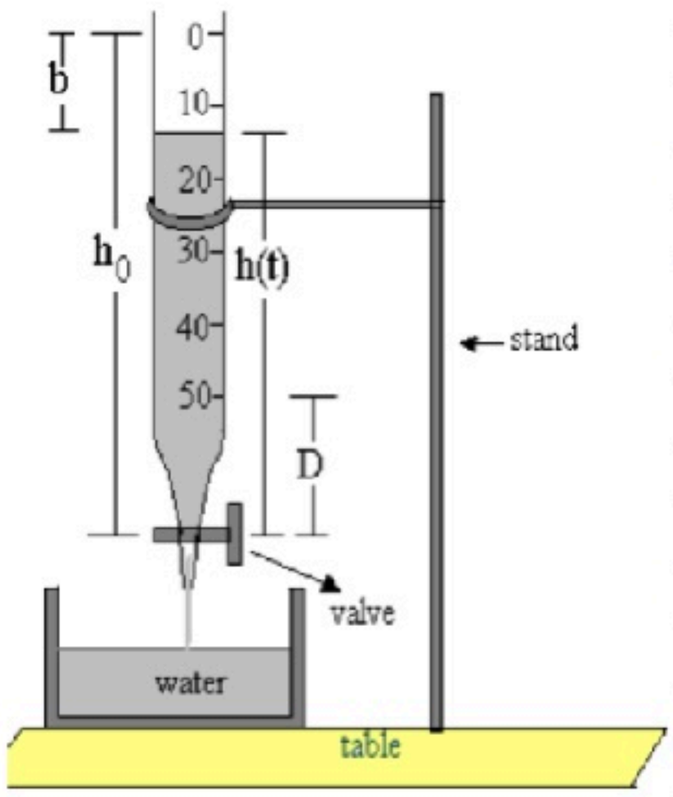
$$M = \frac{4\pi^2}{g}$$ slope

$$\text{And } g = \frac{4\pi^2}{M}$$

$$\text{So } \frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta m}{m}$$

بسمله عاصي

Experiment 8 : Half-life of a Draining Water Column.



$$\propto \frac{-d\,h(t)}{dt} \propto h(t)$$

$$\frac{-d\,h(t)}{dt} = \lambda\, h(t)$$

λ → constant.

$$\int_{h_0}^{h(t)} \frac{-d\,h(t)}{dt} = \int_{0}^{t} \lambda\, h(t)$$

$h_0 = D + 50$

$$\ln h(t) \Big|_{h_0}^{h(t)} = -\lambda t \Big|_{0}^{t}$$

So: $\ln h(t) - \ln h_0 = -\lambda t$ ⟶ (1)

Note: $\ln a - \ln b = \frac{\ln a}{\ln b}$ so:

قاعدة

$$\ln \frac{h(t)}{h_0} = -\lambda t$$

$$\frac{h(t)}{h_0} = e^{-\lambda t}$$

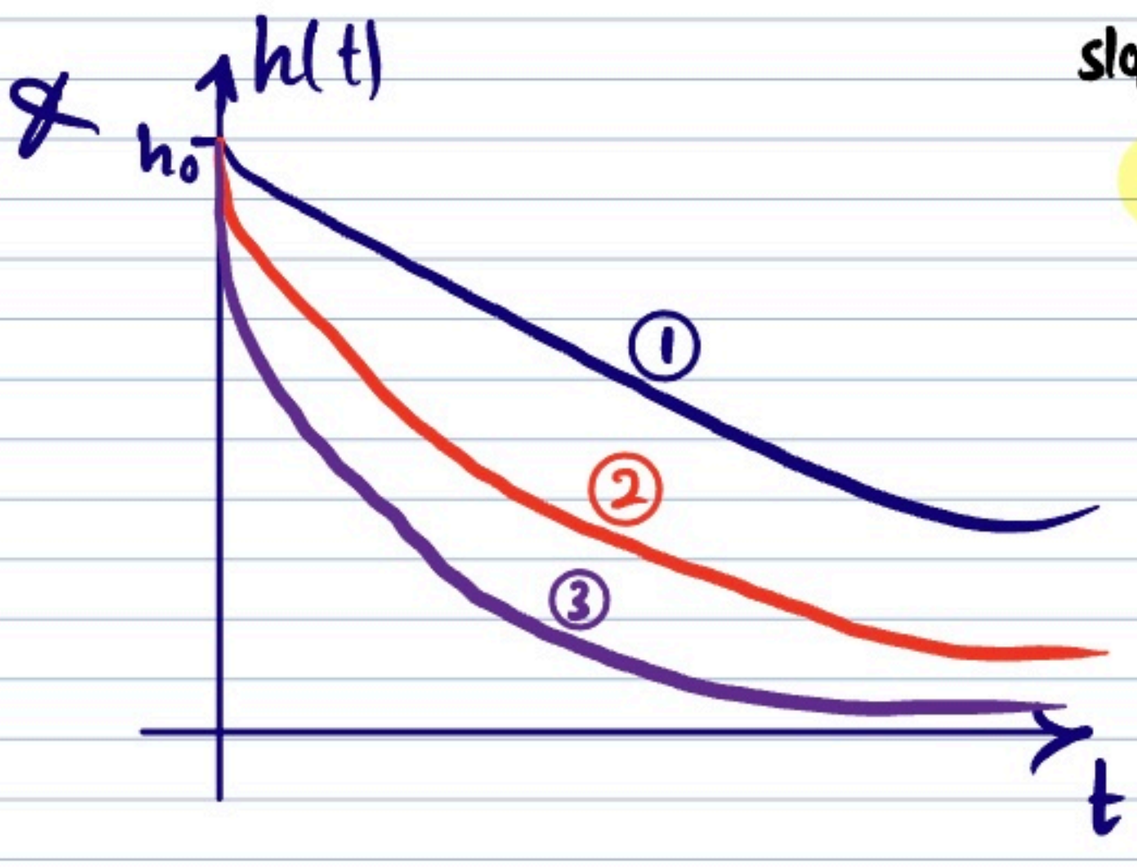
$$h(t) = h_0 \times e^{-\lambda t}$$

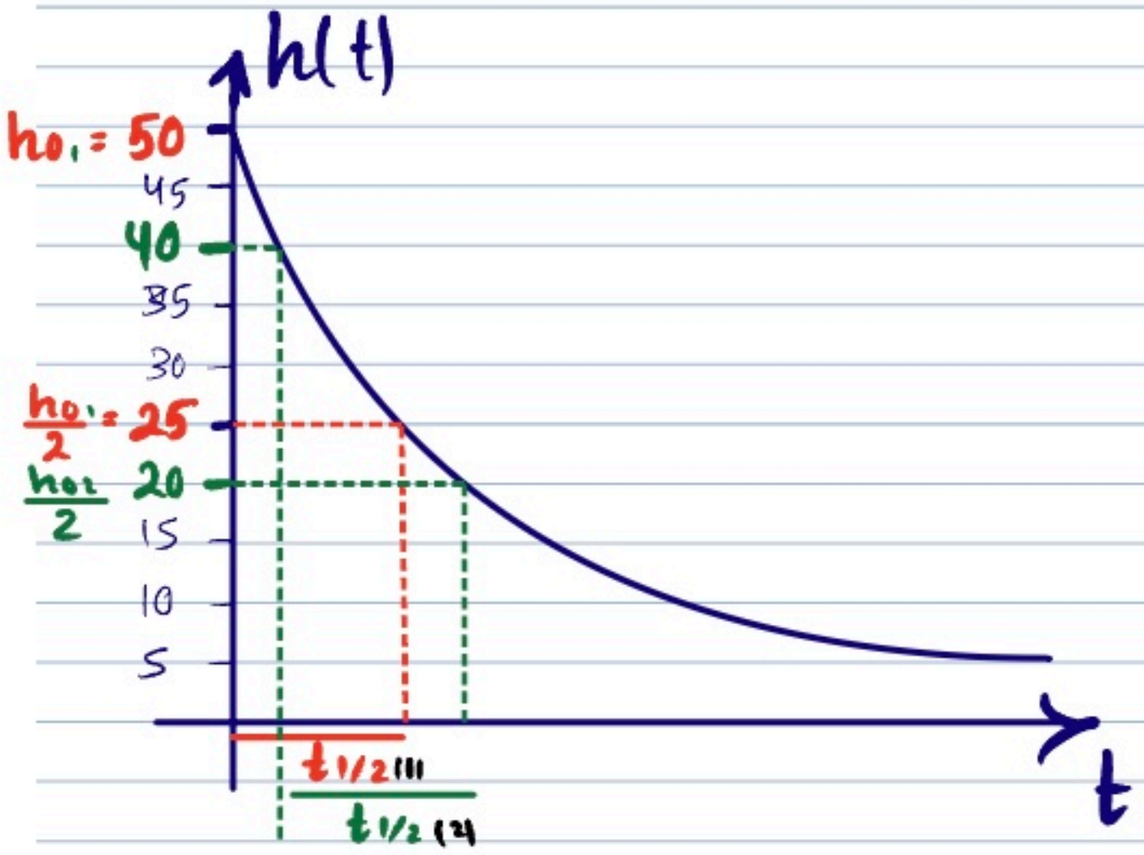
بسلك عاطي

slope : λ

impt

$\propto \lambda_3 > \lambda_2 > \lambda_1 \propto$





Graph h(t) vs. t

①

× half life time ($t_{1/2}$)

When $h(t) = h_0/2$

$$\frac{h_0}{2} = h_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\ln 1/2 = \ln^{-\lambda t_{1/2}}$$

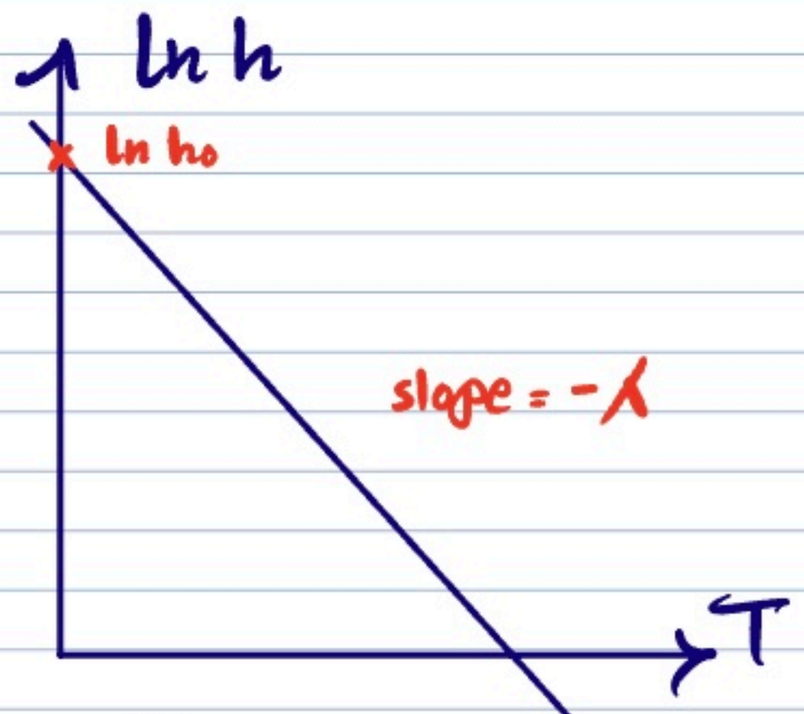
$$-\ln 2 = -\lambda t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

× $\Delta t_{1/2} = 6m$ ⟶ نجد $t_{1/2}$ من الرسمة 5 مرات ثم نأخذ المعدل فيها ونجد 6m

فتكون النتيجة :

$t_{1/2} \pm 6m$



Graph ln h vs. T

②

× $\ln h(t) - \ln h_0 = -\lambda t$

$\ln h(t) = -\lambda t + \ln h_0$

$\ln h(t)$ → y ، $-\lambda$ → slop ، t → x

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

بسملة حاجي

× Discrepancy : $|t_{1/2} - t_{1/2}| \overset{p}{\leqslant} 2\,6m$

$t_{1/2}$ ← Graph 2 (true)

$t_{1/2}$ ← Graph 1

Experiment 9: RC Circuit.

بسم الله حاضر

R ⟶ Resistance (مقاومة)

C ⟶ Capacitors (مواسع)

✕ $Q = CV$ → جهد , And Unit of C: $\frac{\text{colum}}{\text{Volt}} = F$
شحنة

① charging :

$$\Sigma V = 0$$

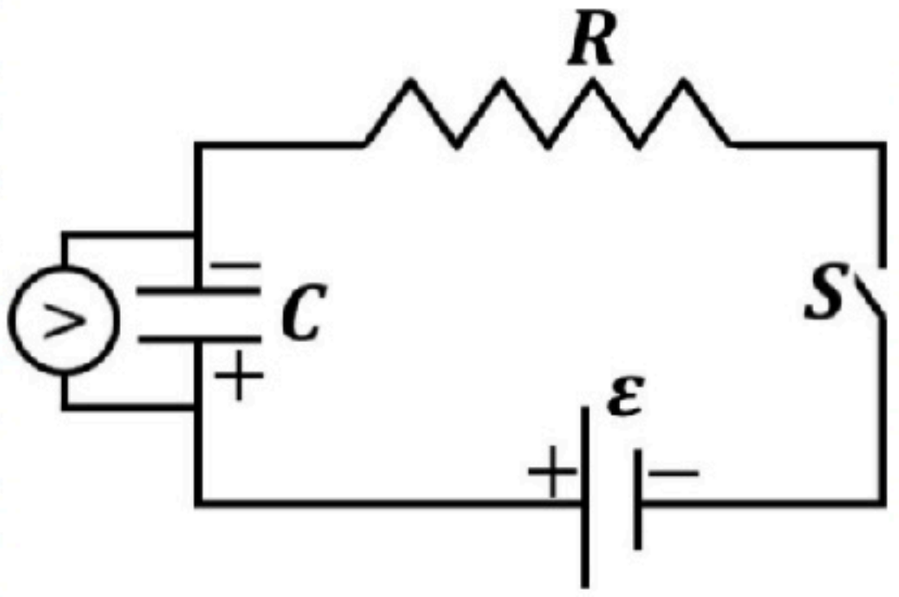
$$\mathcal{E} - V_R - V_C = 0$$

$$\mathcal{E} - IR - \frac{Q}{C} = 0 \quad , \quad I = \frac{dQ}{dt}$$

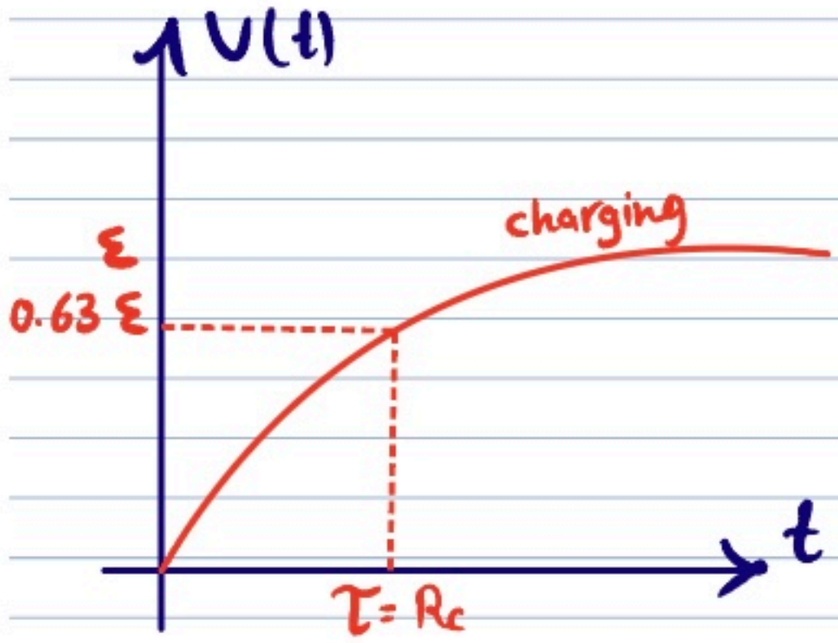
$$\mathcal{E} - \frac{dQ}{dt} R - \frac{Q}{C} = 0$$

$$Q(t) = \mathcal{E}C\left(1 - e^{-t/R_c}\right) \rightarrow \text{نقسم على } C$$

$$V_C(t) = \mathcal{E}\left(1 - e^{-t/RC}\right)$$



Charging



✕ ① At $t = 0 \rightarrow V_c = 0$

② At $t = \infty \rightarrow V_c = \mathcal{E}$

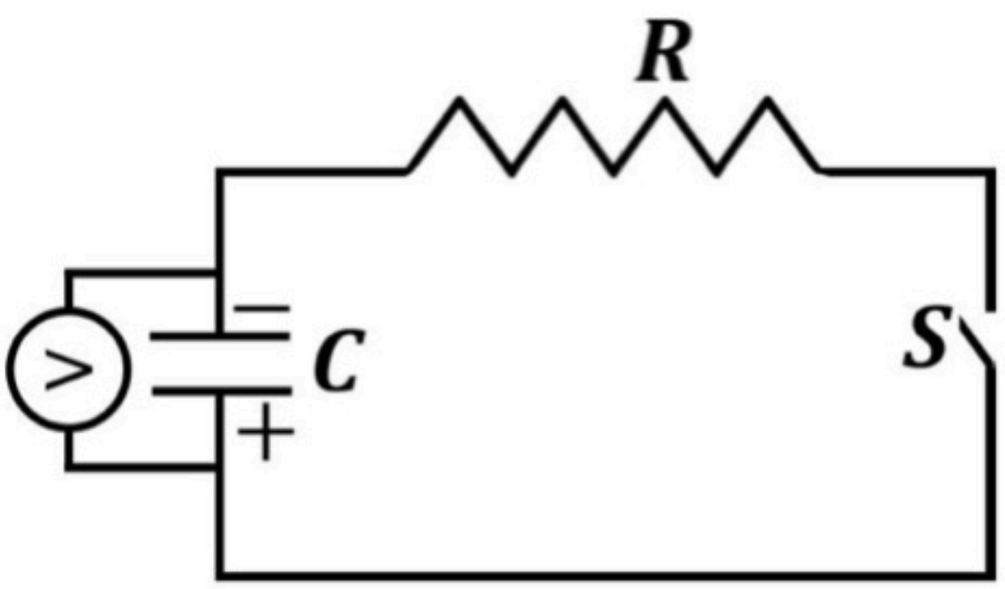
③ At $t = RC \rightarrow V_c = 0.63\,\mathcal{E}$ (τ)

✕ charging يتزايد مع الزمن.

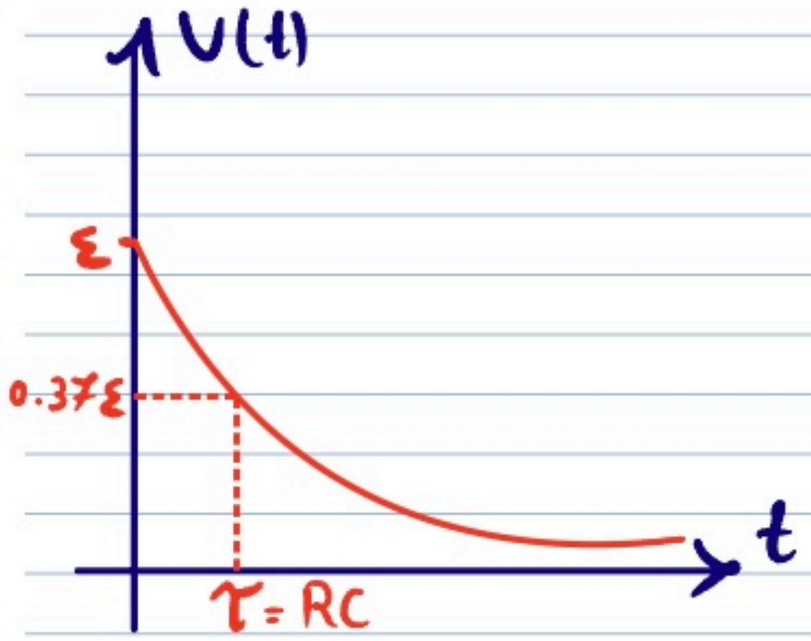
② Discharging.

$$Q = C U_0 e^{-t/Rc} \quad /C$$

$$U = U_0 e^{-t/Rc}$$



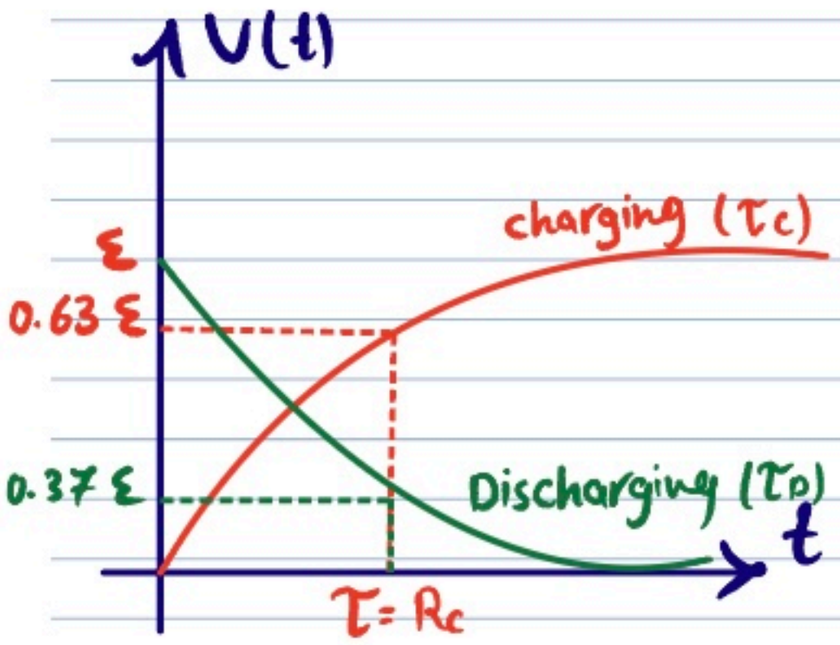
Discharging.



* At $t = RC \longrightarrow V_c\big|_{\tau} = 0.37\varepsilon$

* Note:

بسمله عامي



* Theoritically :-

$\tau_c = \tau_D$

* لكن عند القيام بالتجربة عملياً والرسم سيكون هناك فرق.

* $V = V_0 e^{-t/Rc}$

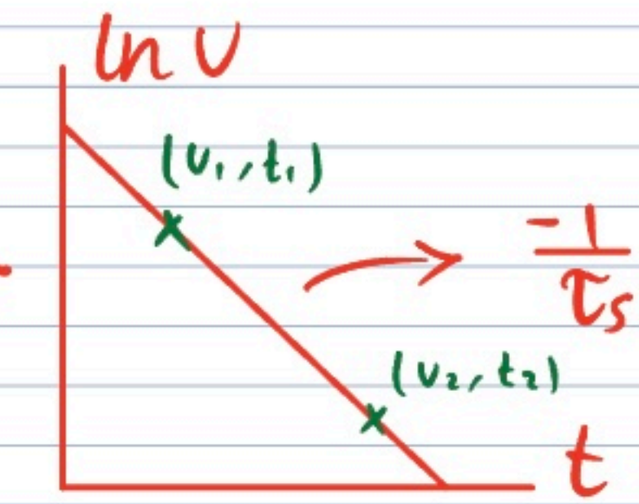
$\ln V = \ln V_0 - \frac{t}{RC}$

$\ln V = \ln V_0 - \frac{1}{RC} t$

$\ln V$ ← محور y

slope = $\frac{-1}{\tau_s}$

t ← محور x



تكون هذه الرسمة على ورق semi-log نعبأ الصفحة كما هي

لكن عند ايجاد slope:

$\frac{\ln(V_2) - \ln(V_1)}{t_2 - t_1}$

* Note:

$\bar{\tau} = \frac{\tau_c + \tau_p + \tau_s}{3}$, where: τ_c : charging الزمن من

τ_D : discharging الزمن من

Graph من على ورق بياني عادي

$\Delta\tau = \sigma_m$ ← الآلة الحاسبة

$C = \frac{\bar{\tau}}{R}$ ← R from color code (اشرح في exp4)

$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\Delta\tau}{\tau} + \frac{\Delta R}{R}$

τ_s : lnV vs. t Graph الزمن من نجد ونكون على ورق semi-log