

1. Mesura de magnituds

Objectius

- Emprar el flexòmetre i el peu de rei o calibre com a aparells de mesura de longituds.
- Emprar el transportador o semicercle com a aparell de mesura d'angles.
- Emprar el cronòmetre com a aparell de mesura de temps.
- Mesurar amb el grau correcte de precisió segons la sensibilitat de cada aparell.
- Diferenciar entre sensibilitat, exactitud i precisió.
- Reconèixer els errors en fer una mesura i quantificar-los.

Introducció

De vegades les magnituds físiques les podem mesurar directament mitjançant un instrument de mesura. Un bon instrument de mesura és aquell que és sensible, exacte i precís.

S'entén per **rang** de mesura d'un instrument la màxima quantitat que aquest permet apreciar.

S'entén per **sensibilitat** d'un instrument la mínima quantitat que aquest permet apreciar.

La **precisió** d'una mesura es pot definir com la concordança entre els valors numèrics de dos o més resultats que s'han obtingut de manera idèntica.

L'**exactitud** d'un instrument de mesura és el grau d'aproximació del valor mesurat al veritable valor de la magnitud. Així per exemple en un regle on, per error de construcció, la distància entre les seves ratlles no coincideix amb 1 mm pots realitzar mesures molt precises, però poc exactes.

Una mesura mai no és exacte. Quan es fa una mesura s'està fent una estimació. Tots els mesuraments tenen errors. Podem minimitzar els errors, però no podem evitar-los. En un treball experimental cal tenir en compte la grandària dels errors.

Els físics parlen de tres classes d'errors experimentals en fer un mesurament.

Error de resolució: es deu a la resolució limitada dels aparells de mesura.

Error accidental o aleatori: es comet casualment i no pot ser controlat. Per exemple el corrent d'aire sobre el platet d'una balança.

Error sistemàtic: es deu a un error en l'aparell de mesura o a un mal ús per part de l'operari. Aquests es poden corregir calibrant l'aparell o utilitzant un mètode de mesura més acurat.

Per quantificar la validesa d'una mesura, hem de determinar l'error comès en dur a terme la mesura. Hi ha dos tipus d'errors:

L'**error absolut** d'una mesura és la diferència, en valor absolut, entre el valor mesurat (m) i el valor vertader o exacte de la mesura (v).

$$e_a = |m - v|$$

Quan no es coneix la mesura exacte es pren com e_a la sensibilitat de l'aparell (mínima mesura possible).

L'**error relatiu** d'una mesura és el quocient entre l'error absolut i el valor mesurat (m). Es dona en %

$$e_r = e_a \cdot 100 / m$$

Material

– Cinta mètrica de modista – Flexòmetre – Peu de rei o calibre – Transportador o semicercle – Cronòmetre – Pèndol simple	– Llibre – Bola metàl·lica – Cilindre de plàstic – Anella de cortina – Dues rodes dentades
---	--

1a experiència: Mesura de longituds**Procediment**

1. Observa la cinta mètrica i el flexòmetre. Quins són els seus rangs de mesura? I la seva sensibilitat?
2. Amb l'ajut de la cinta i el flexòmetre mesura i anota amb el grau de precisió adequat les dimensions del llibre.
3. Amb l'ajut del flexòmetre mesura i anota amb el grau de precisió adequat les dimensions de:
 - a) La pissarra de la classe.
 - b) El tamboret on seus.
 Fes un croquis en cada cas on es vegin les mesures amb claredat.
4. Observa el peu de rei que tens en el teu kit. Quin és el seu rang de mesura? I la seva sensibilitat?
5. Amb l'ajut del peu de rei mesura i anota amb el grau de precisió adequat les dimensions de:
 - a) La bola metàl·lica
 - b) El cilindre de plàstic.
 - c) L'anella de cortina.
 Fes un croquis en cada cas on es vegin les mesures amb claredat.

Conclusions

1. Redacta un petit protocol d'ús de la cinta mètrica i el flexòmetre.
2. Redacta un petit protocol d'ús d'un peu de rei.

2a experiència: Mesura d'angles**Procediment**

1. Observa el transportador. Quin és el seu rang de mesura? I la seva sensibilitat?
2. Amb l'ajut del transportador mesura i anota amb el grau de precisió adequat quin angle correspon a un espai angular de 20 dents en cadascuna de les rodes dentades.

Conclusions

1. Redacta un petit protocol d'ús d'un semicercle.

3a experiència: Mesura de temps

Procediment

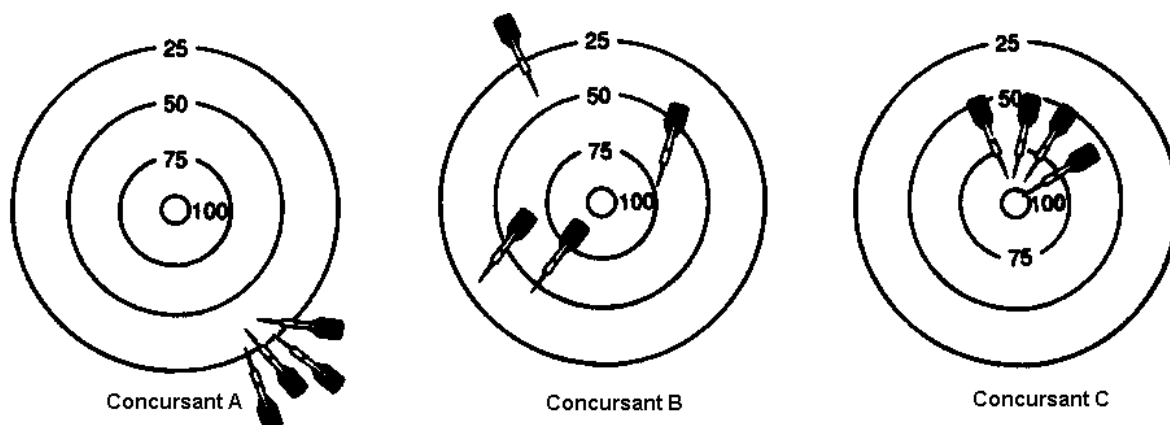
1. Observa el cronòmetre. Quin és el seu rang de mesura? I la seva sensibilitat?
2. Amb el material que tens munta un pèndol simple. Un cop muntat, anota clarament les característiques del teu pèndol.
3. Amb l'ajut del cronòmetre mesura i anota amb el grau de precisió adequat el temps que triga el teu pèndol a descriure 5, 10 i 15 oscil·lacions completes.

Conclusions

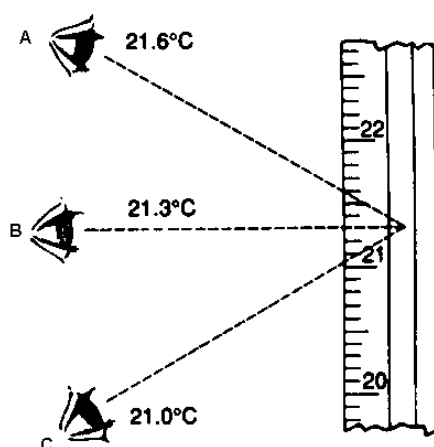
1. Redacta un petit protocol d'ús d'un cronòmetre.

Qüestionari

1. Comenta en termes d'exactitud i precisió els resultats dels concursants A, B i C.



2. Quin és el rang i la sensibilitat de cada un dels instruments de mesura que has utilitzat?
3. Dels tres lectors de la temperatura quin la llegeix millor? Quin tipus d'error han comès els altres?



4. El resultat de la mesura d'una temperatura és $21,3^{\circ}\text{C}$. Quina deu ser la sensibilitat del termòmetre? Quina diferència hi hauria si el resultat de la mesura fos $21,30^{\circ}\text{C}$? I si fos 21°C ?
5. Quan has mesurat la llargada del llibre amb el regle i el flexòmetre quin ha estat l'error relatiu que has comès?
6. Diques quin ha estat l'error relatiu més gran i el més petit que has comès en fer les mesures amb cada un dels tres instruments.

Mesura de magnituds

Material per al professorat

Orientacions didàctiques

Temporització

- 1 hora per a l'experimentació i les conclusions.
- El temps necessari per fer els exercicis.

Alumnes als quals s'adreça l'experiència

Alumnes de 1r de batxillerat

Orientacions metodològiques

- Algunes vegades no cal fer les mesures exactes i es interessant que els alumnes sàpiguin fer estimacions. Què és una bona estimació? Fer servir el sentit comú i els coneixements per donar un valor d'una mesura amb el mínim de càlculs.
1. Fes servir el sentit comú i els teus coneixements per jutjar si són bones o no les següents estimacions.
 - a) Un jugador de futbol pesa 100 kg.
 - b) Un jugador de bàsquet té una alçada de 4 m.
 - c) El teu professor treballa 1440 min cada dia.
 - d) El laboratori té un volum de 150 m³.
 2. Fes una estimació dels metres quadrats de la teva habitació, anota el resultat. Mesura l'amplada i la llargada i calcula'n la superfície. Has comès un error molt gran en fer l'estimació? Calcula l'error relatiu.
 3. Si et diuen que en un dipòsit de petroli hi caben 5 milions de barrils t'ho creuràs? Per què?
 4. Et semblen correctes les següents estimacions?
 - a) Amb una ampolla de dos litres de refresc en tenim prou per a una reunió de 12 persones.
 - b) Amb un turisme podem anar de Manresa a Perpinyà sense necessitat de fer benzina.

Propostes de recerca

Es pot proposar als alumnes de construir un peu de rei. És bo fer-ho uns dies abans de fer la pràctica. (Veure guió al final)

Es pot proposar de fer alguna activitat mitjançant suport informàtic:

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/~hwang/ruler/vernier.html>

Orientacions tècniques

- Si no es disposa dels materials que proposa el guió se'n poden fer servir d'altres.

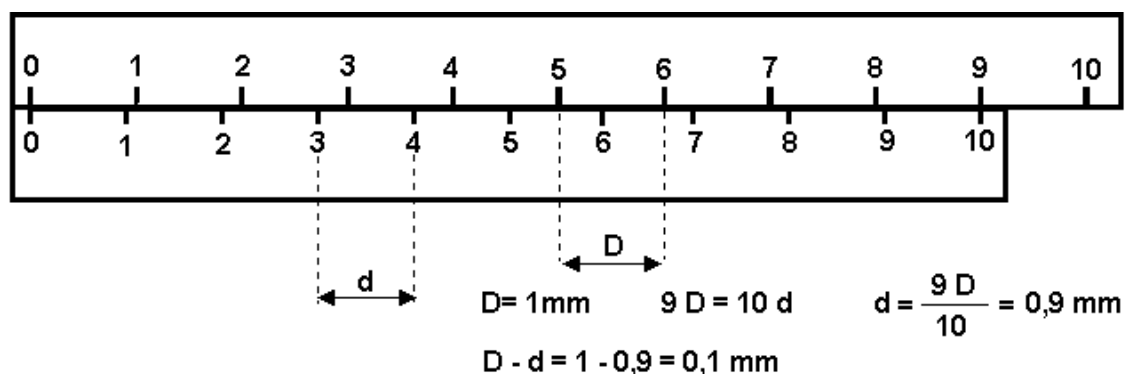
Conclusions

Respostes al qüestionari

1. **Comenta en termes d'exactitud i precisió els resultats dels concursants A, B i C.**
El C és precís i exacte.
L'A és precís.
El B n'ha d'aprendre molt
2. **Quin és el rang i la sensibilitat de cada un dels instruments de mesura que has utilitzat ?**
Cinta mètrica 0,5 cm
Flexòmetre 1mm
La resta depèn de l'aparell que utilitzeu.
3. **Dels tres lectors de la temperatura quin ho ha fet més be? Quin tipus d'error han comès els altres?**
L'A.
Els altres han comès un error sistemàtic.
4. **El resultat de la mesura d'una temperatura és 21,3°C. Quina deu ser la sensibilitat del termòmetre? Quina diferència hi hauria si el resultat de la mesura fos 21,30°C? I si fos 21°C?**
0,1°C
21,30°C és una mesura més precisa que 21°C
5. **Digues quin ha estat l'error relatiu més gran i el més petit que has comès en fer les mesures amb cada un dels tres instruments.**
Depèn de la grandària dels objectes que han utilitzat.

El nònius

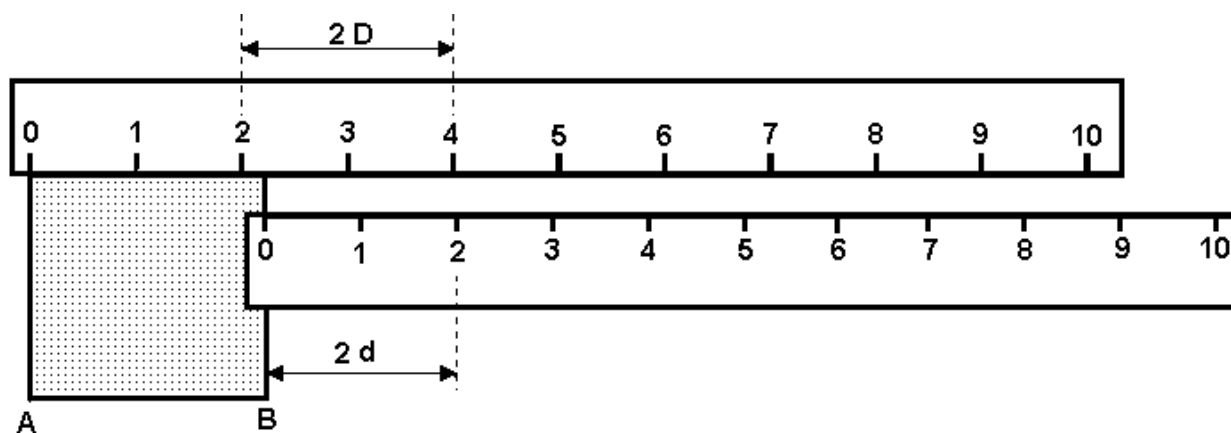
El nònius és un instrument per mesurar longituds amb precisió. Consta essencialment d'un regle principal, graduat normalment en mm, sota el qual llisca un segon regle, el nònius pròpiament dit, que té una longitud de 9 mm dividida en 10 parts iguals. Per tant, la diferència entre la unitat del regle superior i la unitat del regle inferior és de 0,1 mm:



Mesurar amb el nònius

Per mesurar amb el nònius la llargada AB de l'objecte de la figura hem de seguir els passos següents:

1. Mesurarem amb el regle superior i veurem que la longitud AB és de 2 mm i escaig.
2. Per determinar aquest escaig observarem quina divisió del regle inferior coincideix amb una divisió del regle superior (a la figura és la segona).



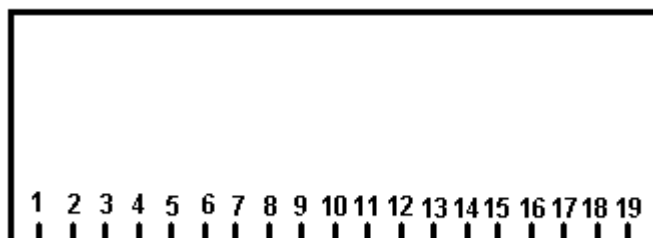
3. La mesura de l'escaig és 0,2 mm perquè:
 Escaig = $2D - 2d = 2 \cdot (D - d) = 2 \cdot (0,1 \text{ mm}) = 0,2 \text{ mm}$
 Per tant, la longitud AB val 2,2 mm.

El nònius normalment permet preciser la mesura fins a dècimes de mm. Però la idea bàsica del nònius és la següent: si tenim un regle graduat en una unitat D i li adaptem un altre regle de longitud 9D dividit en 10 parts iguals (el nònius), llavors podrem preciser la mesura fins a dècimes de D.

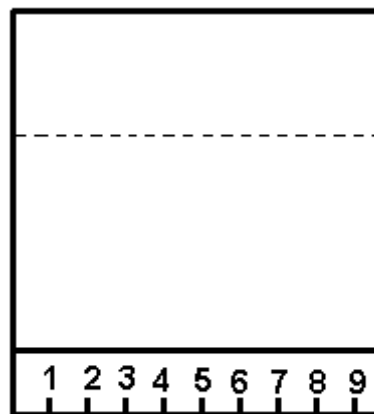
Construcció d'un nònius

Ara utilitza aquesta idea per construir un nònius que ens permeti precisar fins a dècimes de cm, és a dir, mm:

- a) Construeix una tira de cartolina de 6 cm per 20 cm. A la part inferior, posa-hi les divisions i les xifres com indica la figura.



- b) Pren una cartolina de 12 cm per 9 cm, fes-hi deu divisions i escriu-hi les xifres tal com indica la figura.



- c) Doblega la segona cartolina sobre la primera com indica la figura. D'aquesta manera tindràs un regle principal sobre el qual llisca un nònius.

