

# Grau en Química Física I (QU0902)

---



# Presentació

Juan Bisquert  
Catedràtic d'Universitat  
Àrea de Física Aplicada  
Departament de Física  
Despatx NA3306DD  
Edifici Investigació I

Tutories:

# Presentació

Estructura del curs

Classes teoria

Classes problemes

Grups

PR1 PR2

Practiques laboratoris

# Presentació

## Classes problemes

S'han de portar fets els problemes que s'indiquen en el blog

En entrar a classe s'ha d'entregar un full.

Poseu nom, cognom, grup i data I llista dels problemes que heu realitzat

Els estudiants ixiran a la pissarra (almenys 3 voltes) i farem el problema conjuntament, tota la classe participa en la discussió.

Avaluació: assistència i notes de pissarra

# Presentació

Material del curs

Presentacions classe, criteris examens,  
practiques laboratori

Web de física: <http://www.fisica.uji.es/>

Problemes classe, avisos

Blog: <http://juanbisquert.wordpress.com/>

# Presentació

## Avaluació

Prova escrita (examen)	60%
Laboratori	20%
Resolució d'exercicis i problemes	20%

- Els estudiants que hagen assistit a les classes de Resolució d'exercicis i problemes obtindran un 20% de la nota segons la qualificació de les dites classes. Esta qualificació es tindrà en compte en tant que facen l'examen, amb nota  $\geq 4$ .

- Laboratori:

- Es necessari realitzar les practiques de laboratori amb una nota  $\geq 4$  per a aprovar l'assignatura.

A l'examen **es permetrà** l'us d'una calculadora científica estandard.

**No es permetrà** l'us d'apunts, problemes resolts o altres llibres. Tampoc estarà permès l'us de calculadores amb pantalla gràfica o programables amb més 1k de memòria.

# Presentació

## Avaluació

Prova escrita (examen)	60%
Laboratori	20%
Resolució d'exercicis i problemes	20%

Els estudiants que han fet i aprovat les practiques en els últims 3 anys, no necessiten fer les practiques, se'ls mante la nota. Però han d'acudir un dia a una sessió de laboratori que els corresponga a fer una avaluació de practiques. L'avaluació la farà el corresponent professor de practiques i consistirà a fer una practica virtual, i entregar la memòria al final de la sessió. Recomanem que no ho deixeu per l'última sessió de pràctiques i que porteu un portàtil amb connexió a xarxa.

Si l'avaluació es apte, es mantindrà la nota de laboratori anterior

Si es excel·lent pujarà la nota anterior en un punt (fins a una qualificació màxima de 10).

Si no es supera esta avaluació no es podrà aprovar l'assignatura.

# Presentació

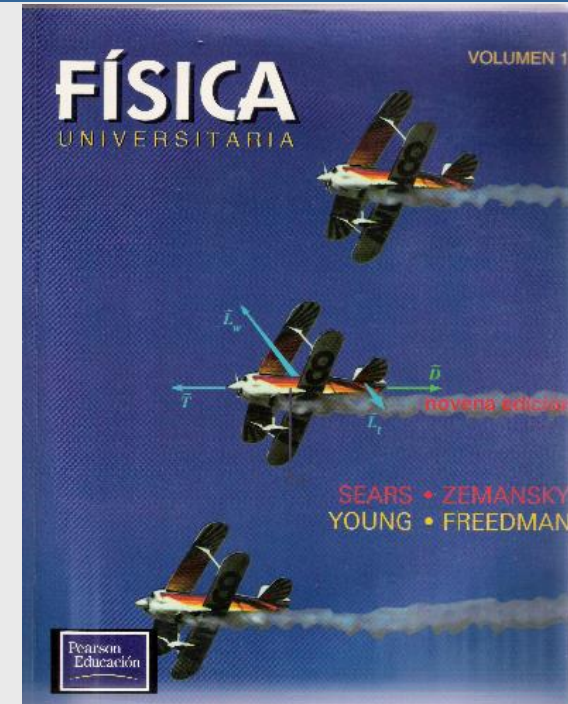
## Bibliografia:

F. W. Sears, M. W. Zemansky, H. D. Young, R. A. Freedman, ***Física Universitaria*** novena edició, Pearson Educación (1999), vol. I.

- D. Halliday, R. Resnick: *Física*
- P. Tipler: *Física* 3ª ed. (tomo 1). Ed. Reverté. (1992)
- R. A. Serway: *Física*, Ed. Interamericana (1986).
- Roller-Blum: *Física*, vol. I: *Mecánica, Ondas y Termodinámica*, Ed. Reverté (1986).

També existeixen col·leccions de problemes resolts:

- V. Aguilera, P. Ramírez, A. Alcaraz: *Cuestiones de mecánica y termodinámica*. Publicacions de la Universitat Jaume I, 1998.
- J. García-Roger: *Problemas de Física*. Vol.1: Mecánica. Ed. Eunibar.
- E. Arribas, J. Bisquert i S. Mafé: *111 Cuest. de Física*. Ed. Tebar-Flores.
- Halpern: *3000 Solved Problems in Physics* . MacGraw-Hill (1988).
- F.A. González: *La Física en Problemas*. Ed. Tebar-Flores.





# Presentació

Temari:

## **1: Introducció, Magnituds físiques, unitats i anàlisi dimensional.**

Breu història de la física. Unitats. Operacions i càlculs. Dimensions de les quantitats físiques. Xifres significatives i estimacions. Càlcul vectorial. Càlcul diferencial i integral. Gradient i derivada direccional.

## **2: Cinemàtica d'una partícula**

Posició, velocitat i acceleració. Moviment en una línia recta. Moviment en un pla. Acceleració tangencial i normal. Moviment circular. Coordenades polars. Moviment relatiu.

## **3: Lleis del moviment de Newton**

Força. Lleis del moviment de Newton. Equilibri d'una partícula. Aplicacions de la segona llei de Newton. Forces de contacte i fricció. Dinàmica del moviment circular. Forces no inercials

## **4: Treball i Energia**

El treball. Treball i energia cinètica. Potència. Energia potencial i la conservació de l'energia. Força i energia potencial. Diagrames d'energia. Quantització de l'energia

## **5: Moment lineal i centre de masses.**

Moment lineal. Conservació del moment lineal. Col·lisions. Centre de masses. Moviment del centre de masses

# Presentació

Temari:

## **6: Moment angular i sòlids rígids**

Moment de força i acceleració angular per a un sòlid rígid. Moment d'inèrcia. Rotació d'un sòlid rígid al voltant d'un eix fix. Energia en el moviment rotacional. Rotació i traslació combinades. Treball i potència en el moviment rotacional. Moment angular. Conservació del moment angular.

## **7: Elasticitat.**

Esforç, deformació i els mòduls elàstics. Esforç de tensió i mòdul de Young. Compressió. Cisallament. Elasticitat i plasticitat

## **8: Hidrostàtica i dinàmica de fluids**

Densitat. Pressió en un fluid. Flotació Tensió superficial. Flux dels fluids L'equació de Bernoulli. Viscositat Turbulència

## **9: Moviment oscil·latori.**

Moviment harmònic simple. Energia en el moviment harmònic simple. Exemples de moviments oscil·lants. Oscil·lacions menudes al voltant d'un punt d'equilibri. Oscil·lacions amortides. Oscil·lacions forçades i ressonància

## **10: Moviment ondulatori: característiques generals**

Propagació d'una pertorbació. Equació d'ona. Ones transversals en una corda. Ones longitudinals en un sòlid i en un fluid. Energia, potència i intensitat. Interferències entre moviments ondulatoris. Ones estacionàries. Efecte Doppler

# Enquesta

1. He fet física en 2on de batxiller He fet física en 2on de
2. Tinc ordinador a casa
3. Estic connectat a la xarxa
4. Accedisc a la web des de
  - a) no accedisc
  - b) des de casa
  - c) des de la Uji
  - d) des d'altres llocs (indica quins)
6. Utilitze l'ordinador principalment?
  - a) estudiar
  - b) treballar
  - c) jugar
  - d) no l'use
7. Quina és la teua motivació per estudiar aquesta carrera?
8. Quines son les teues aficions principals? Quant de temps hi dediques a la setmana?
9. Quantes hores setmanals tens programat dedicar-li a
  - (a) l'estudi de la Física?
  - (b) veure TV?
  - (c) Xarxes social i texting
  - (d) a eixir?
  - (e) altres activitats lúdiques?
  - (f) fer esport?
  - (f) a un treball no acadèmic?
10. Del 1 al 5, quin consideres que és el teu nivell d'angles?
  - a) llegit
  - b) escrit
  - c) parlat
11. Quants llibres lliges al mes?
12. Has cursat abans aquesta assignatura? Quina expectativa tens amb ella?

Respondre S/N i  
afegir comentaris si  
cal

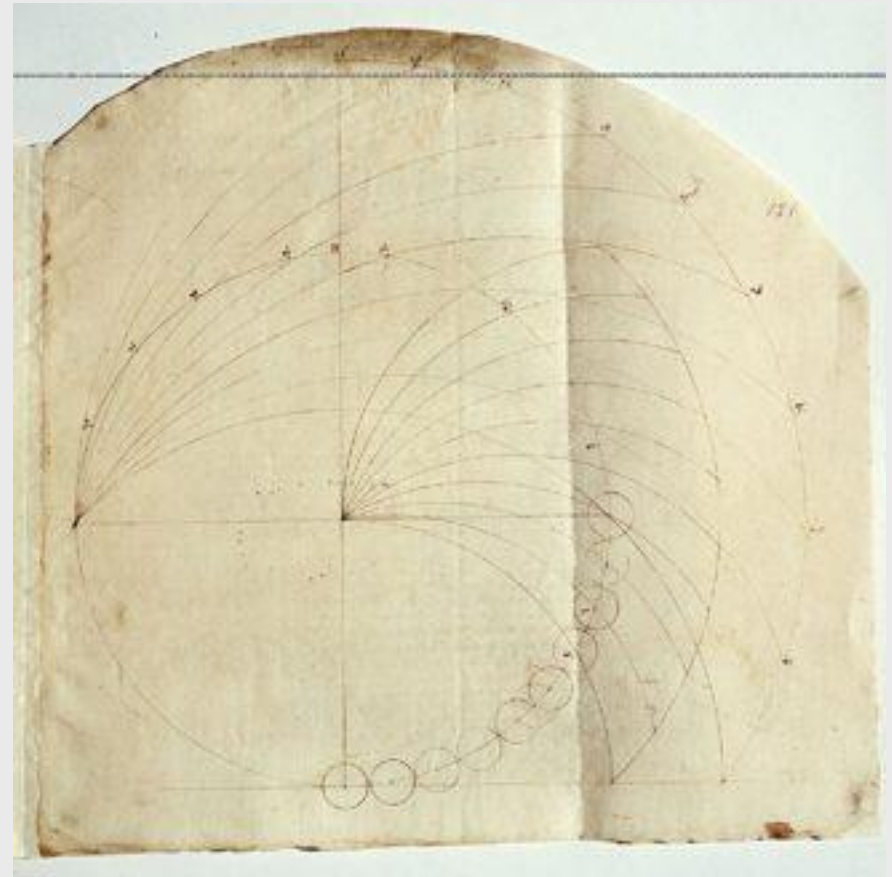
# Tema 1: Introducció

- 1.1 Breu història de la física
- 1.2. Unitats
- 1.3. Operacions i càlculs
  - Dimensions de les quantitats físiques
  - Xifres significatives i estimacions
- 1.4. Càlcul vectorial
- 1.5. Càlcul diferencial i integral
  - Gradient
  - Derivada direccional

# 1.1. Història de la física

**Galileo Galilei**

1562-1642

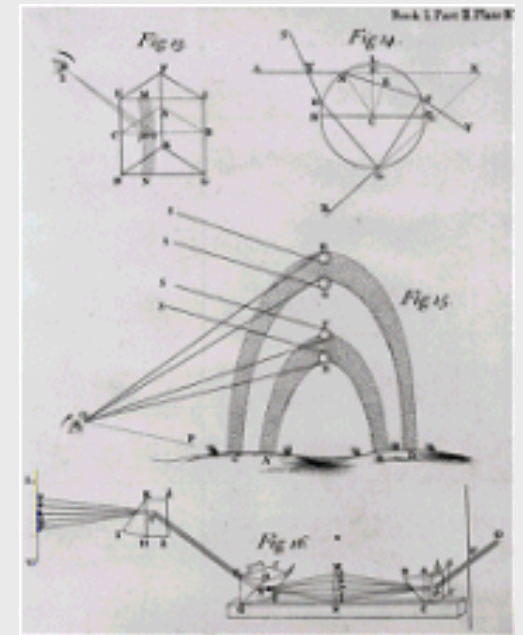
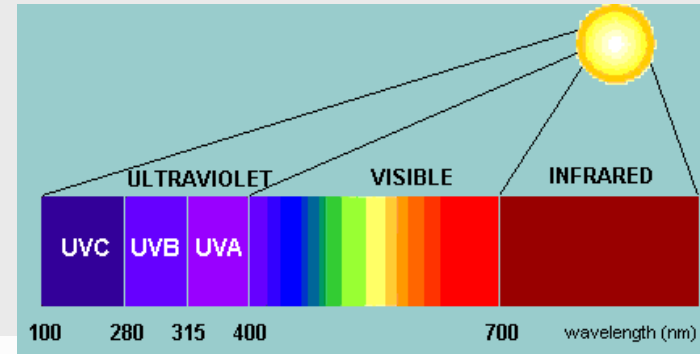
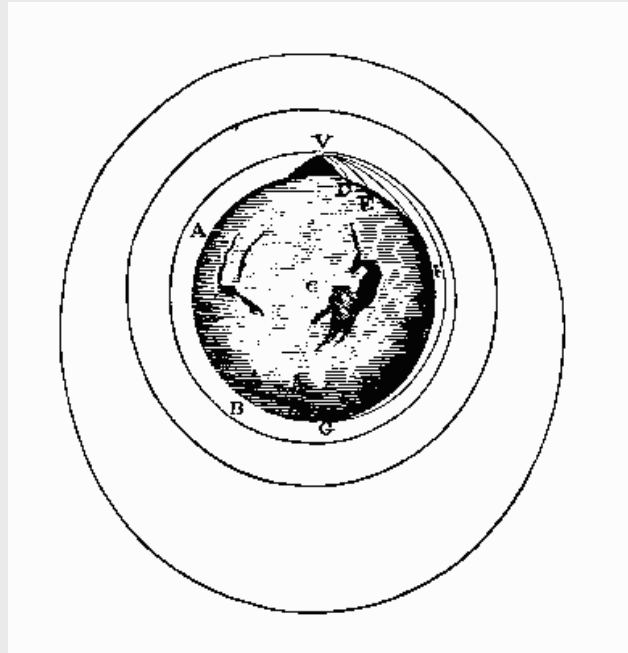
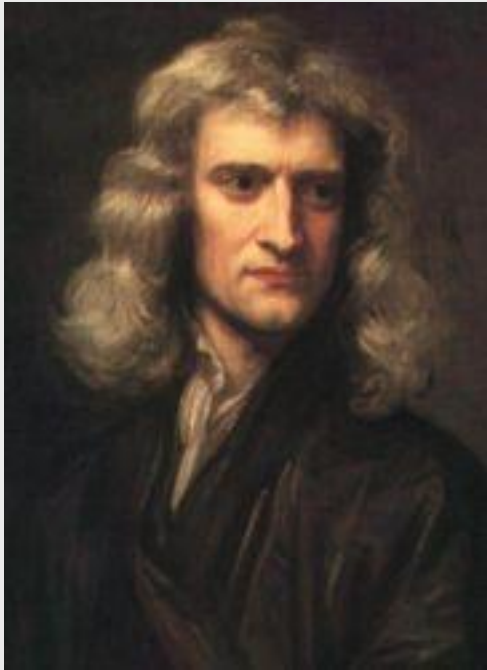


Principi de la mecànica. Trajectòria parabòlica d'un projectil

# 1.1. Història de la física

**Isaac Newton**

1643–1727



Formulació de les lleis de la mecànica.  
Propietats de la llum

# 1.1. Història de la física

**James Prescott Joule**

1818-1889



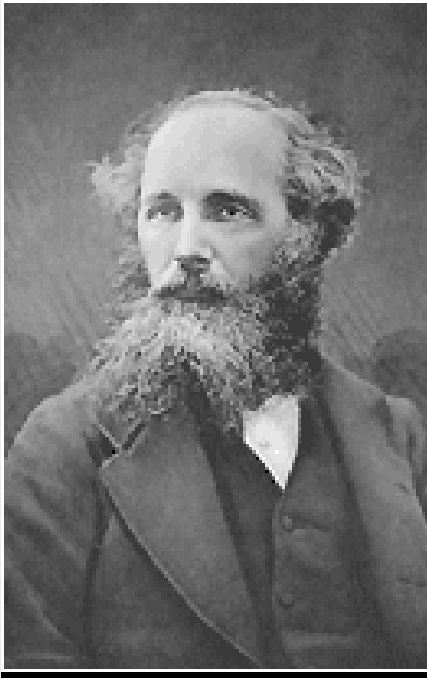
Termodinàmica

Formulació de la llei de conservació de l'energia  
1<sup>a</sup> Llei de la Termodinàmica

# 1.1. Història de la física

**James Clerck Maxwell**

1831-1879



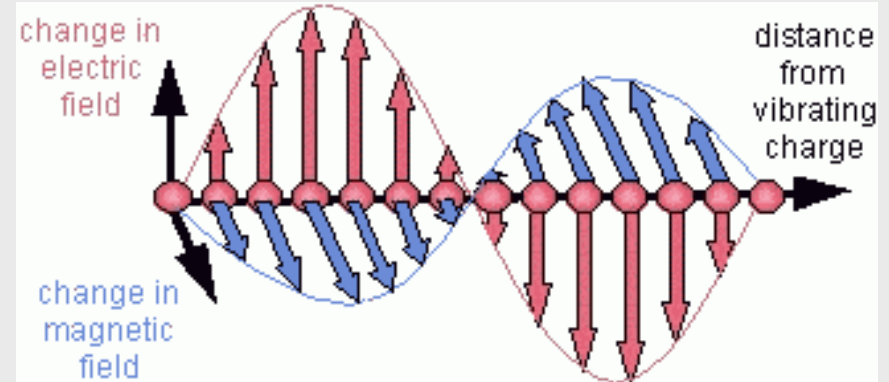
Maxwell-Gleichungen  
(in differentieller Form)

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \left( \vec{j} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right)$$

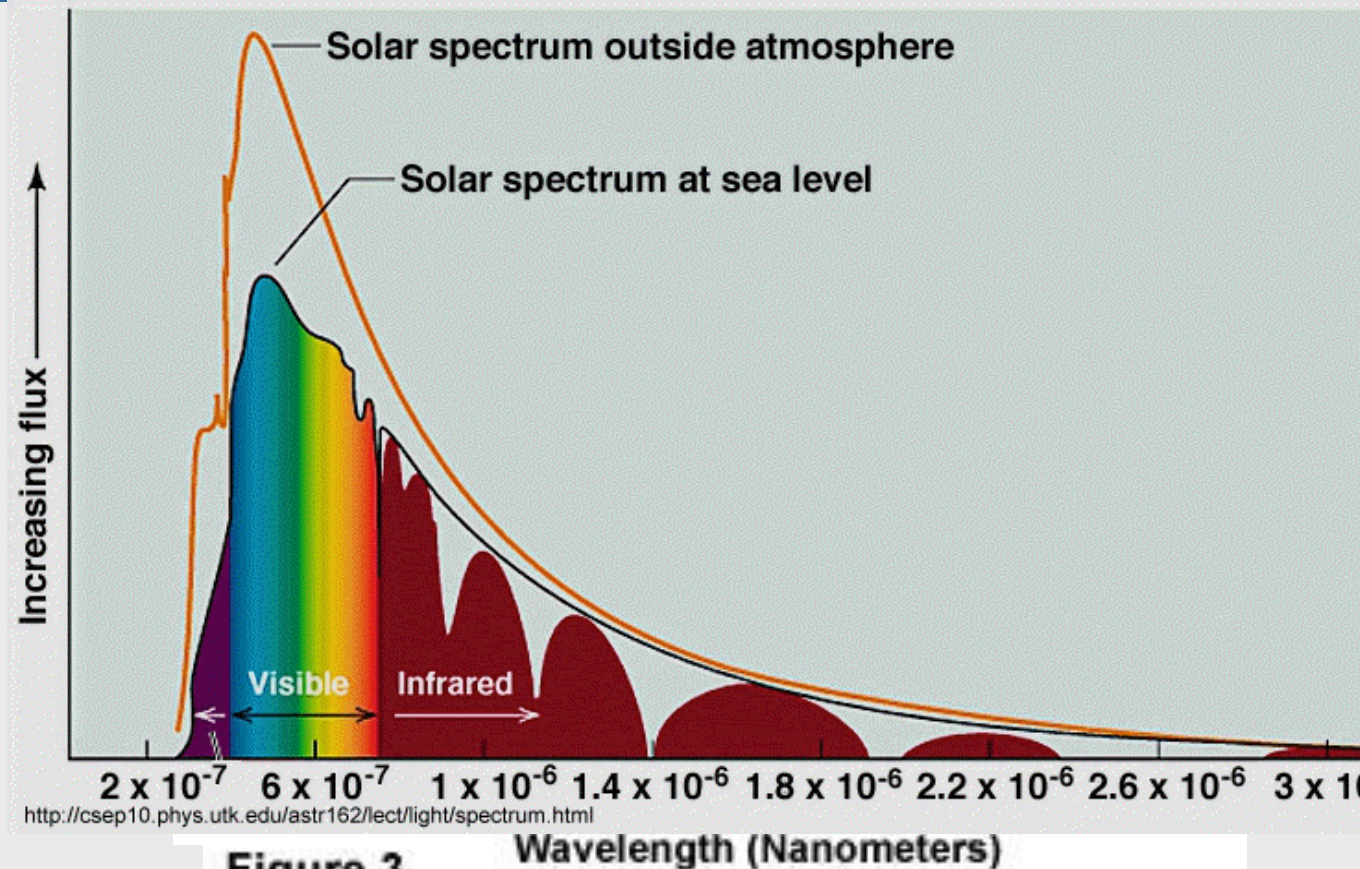


Formulació de les lleis de l'electromagnetisme



# 1.1. Història de la física

**Max Planck**  
1831-1879



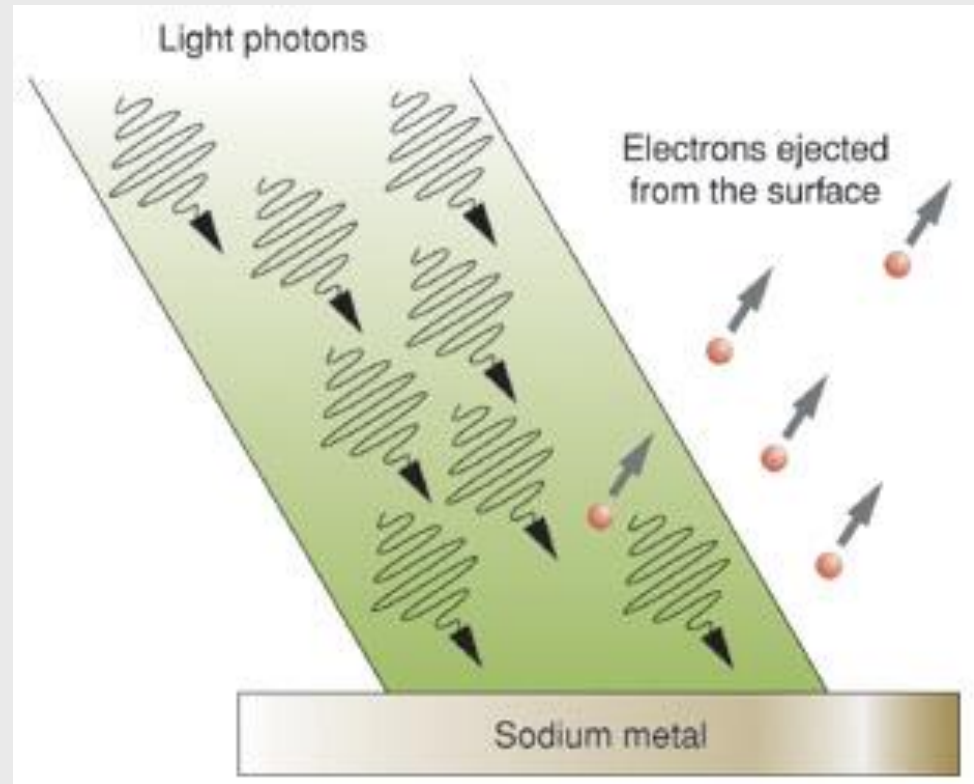
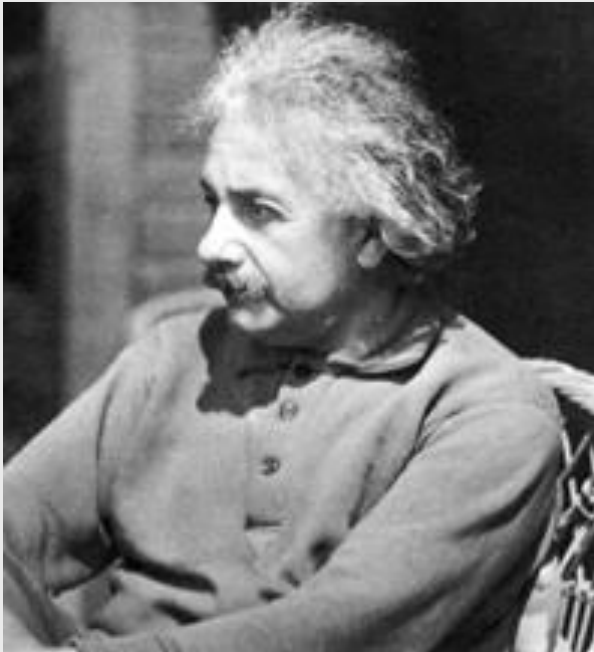
Llei de radiació del cos negre

$$I(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

# 1.1. Història de la física

**Albert Einstein**

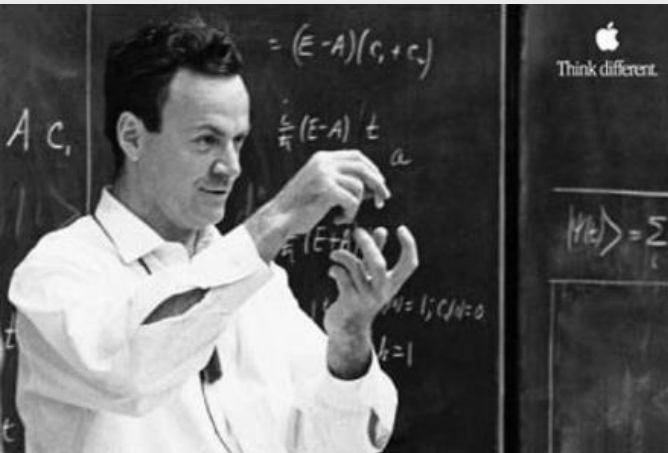
1879 – 1955



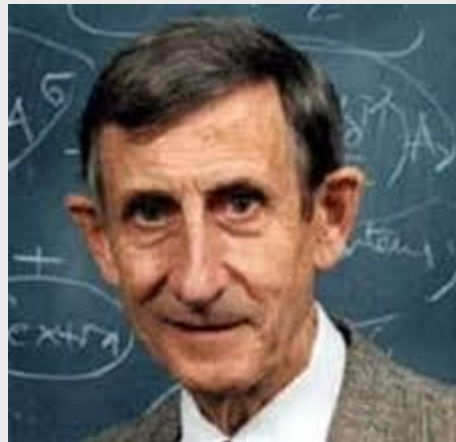
La hipòtesi quàntica per als fotons  
Efecte fotoelèctric, relativitat

# 1.1. Història de la física

**Richard Feynman**  
1918-1988



**Freeman Dyson**  
1923



Electrodinàmica quàntica

# 1.1. Història de la física

**Rudolph Marcus**

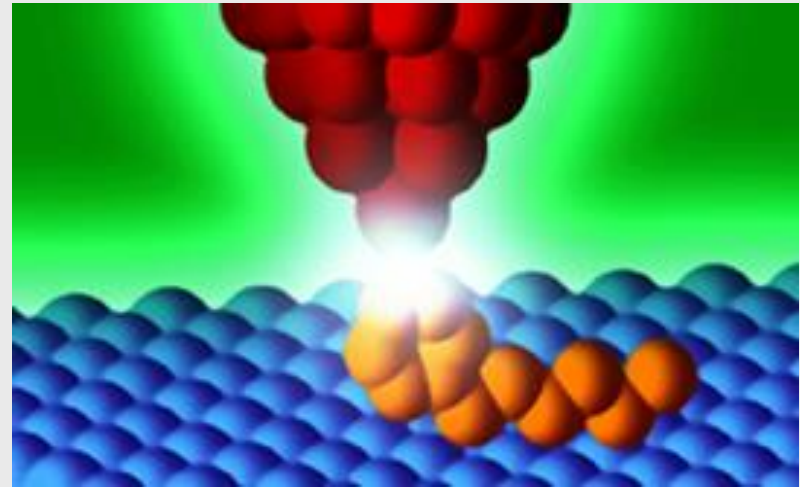
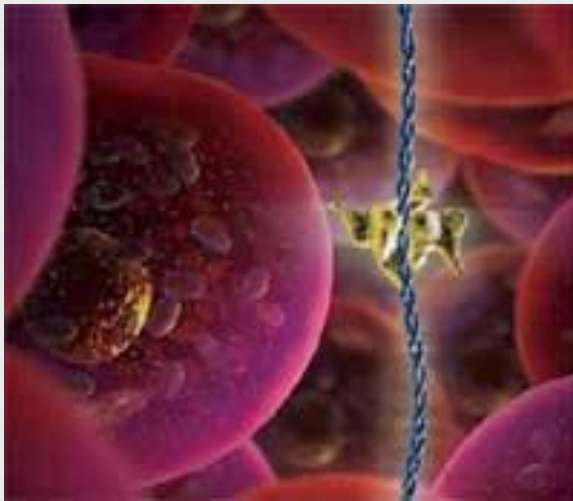
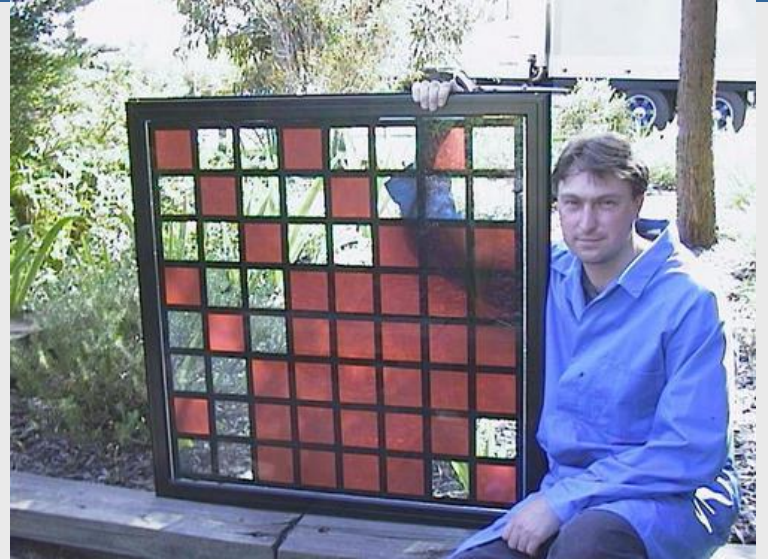


Walter Kohn



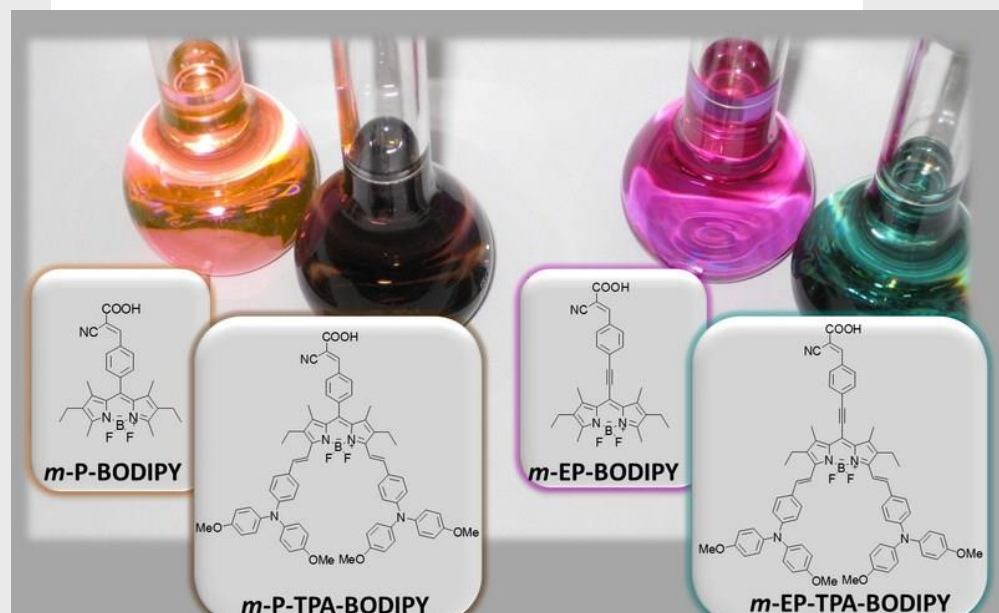
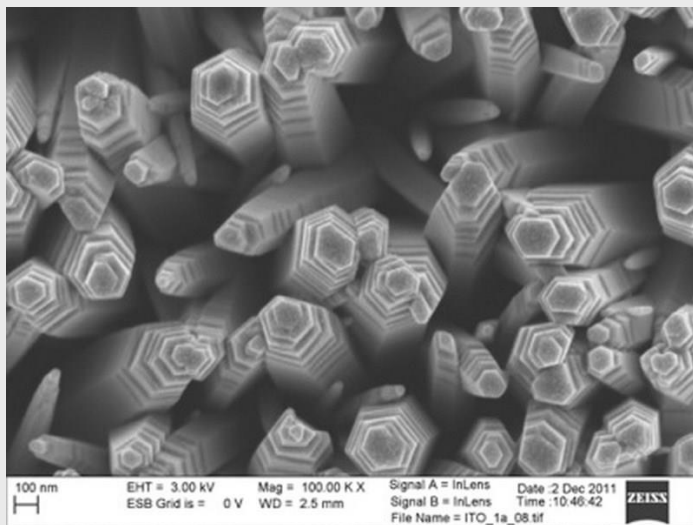
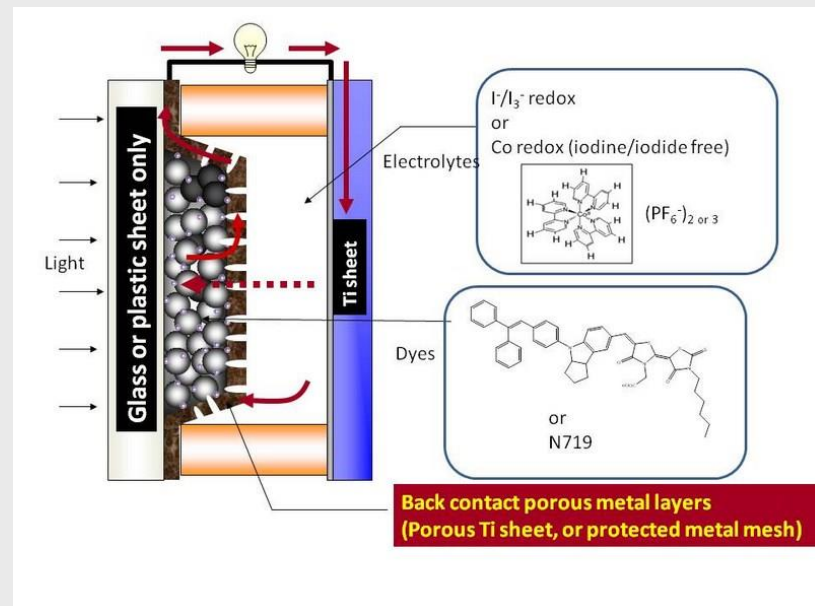
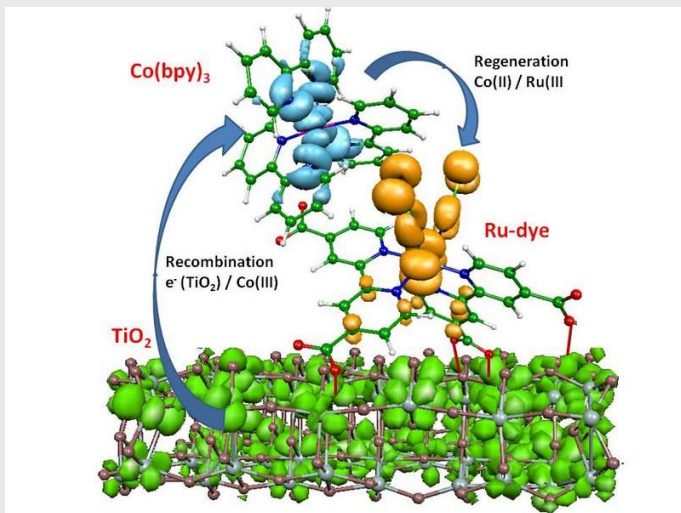
# 1.1. Història de la física

## Reptes de futur: Energia lliure de carboni

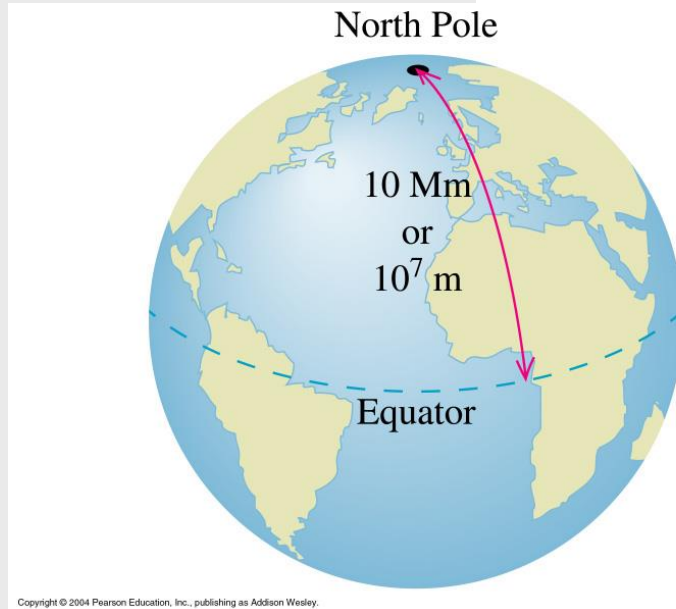


Cooperació entre disciplines: física, química, biologia, enginyeria

# 1.1. Història de la física



# 1.2. Unitats.



Las mediciones exactas y fiables exigen unidades inmutables que los observadores puedan duplicar en distintos lugares. El sistema de unidades empleado por los científicos e ingenieros se denomina comúnmente "sistema métrico", pero desde 1960 su nombre oficial es **Sistema Internacional**, o **SI**. En el apéndice A se listan todas las unidades del SI y se definen las más básicas.

Las definiciones de las unidades básicas del sistema métrico han evolucionado con los años. Cuando la Academia Francesa de Ciencias estableció el sistema métrico en 1791, el metro se definió como una diezmillonésima parte de la distancia entre el Polo Norte y el Ecuador (Fig. 1–2). El segundo se definió como el tiempo que tarda un péndulo de 1 m de largo en oscilar de un lado a otro. Estas definiciones eran poco prácticas y difíciles de duplicar con precisión, por lo que se han sustituido por otras más refinadas por acuerdo internacional.

Desde 1889 a 1967, la unidad de tiempo se definió como una cierta fracción del día solar medio (el tiempo medio entre llegadas sucesivas del Sol al cenit). El estándar actual, adoptado en 1967, es mucho más preciso; se basa en un reloj atómico que usa la diferencia de energía entre los dos estados energéticos más bajos del átomo de cesio. Cuando se bombardea con microondas de una determinada frecuencia, los átomos de cesio sufren una transición entre dichos estados. Se define un **segundo** como el tiempo requerido por 9 192 631 770 ciclos de esta radiación.

En 1960 se estableció también un estándar atómico para el metro, usando la longitud de onda de la luz naranja emitida por átomos de kriptón ( $^{86}\text{Kr}$ ) en un tubo de descarga de luz. En noviembre de 1983 el estándar se modificó de nuevo, esta vez de forma más radical. Se *definió* que la velocidad de la luz en el vacío es exactamente 299 792 458 m/s. Por definición, el metro es consecuente con este número y con la definición anterior del segundo. Así, la nueva definición de **metro** es la distancia que recorre la luz en el vacío en  $1/299\,792\,458$  s. Éste es un estándar de longitud mucho más preciso que el basado en una longitud de onda de la luz.

El estándar de masa, el **kilogramo**, se define como la masa de un determinado cilindro de platino-iridio que se guarda en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas en el barrio de París. Un estándar atómico de masa sería más fundamental, pero aún no se han desarrollado masas a escala atómica con tanta exactitud como a escala macroscópica.

# 1.2. Unitats.

Sistema	Mètric o internacional (SI)	Cegesimal (cgs)	britànic
L	m	cm	ft (peu)
M	kg	g	lb (lliura massa)
t	s	s	s
v	$m s^{-1}$	$cm s^{-1}$	$ft s^{-1}$
F	$N = kg m s^{-2}$	$dy = g cm s^{-2}$	lb (lliura força)
E	$J = kg m^2 s^{-2}$	$Erg = g cm^2 s^{-2}$	ft lb

---

**1 cm = 0.3937 in**

**1 in = 2.54 cm**

**1 m = 3.281 ft**

**1 ft = 30.48 cm = 10 g = 98 N**

**1 km = 0.6214 mi**

**1 mi = 1.609 km**

---



# 1.2. Unitats.

Prefijo	Significado	Abreviatura
exa	$10^{18}$	E
peta	$10^{15}$	P
tera	$10^{12}$	T
giga	$10^9$	G
mega	$10^6$	M
kilo	$10^3$	k
hecto	$10^2$	h
deca	$10^1$	da
deci	$10^{-1}$	d
centi	$10^{-2}$	c
mili	$10^{-3}$	m
micro	$10^{-6}$	$\mu$
nano	$10^{-9}$	n
pico	$10^{-12}$	p
femto	$10^{-15}$	f
atto	$10^{-18}$	a

## PREFIJOS DE UNIDADES

Ya definidas las unidades fundamentales, es fácil introducir unidades más grandes y pequeñas para las mismas cantidades físicas. En el sistema métrico estas otras unidades siempre se relacionan con las fundamentales por múltiplos de  $10$  o  $\frac{1}{10}$ . Así, un kilómetro (1 km) es 1000 m, y un centímetro (1 cm) es  $\frac{1}{100}$  m. Es común expresar estos múltiplos en notación exponencial:  $1000 = 10^3$ ,  $\frac{1}{1000} = 10^{-3}$ , etc. Con esta notación,  $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$  y  $1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$ .

Los nombres de las unidades adicionales se obtienen agregando un prefijo al nombre de la unidad fundamental. Por ejemplo, el prefijo "kilo", abreviado k, indica una unidad 1000 veces mayor; así:

$$1 \text{ kilómetro} = 1 \text{ km} = 10^3 \text{ metros} = 10^3 \text{ m,}$$

$$1 \text{ kilogramo} = 1 \text{ kg} = 10^3 \text{ gramos} = 10^3 \text{ g,}$$

$$1 \text{ kilowatt} = 1 \text{ kW} = 10^3 \text{ watts} = 10^3 \text{ W.}$$

Al margen se listan los prefijos estándar del SI, con sus significados y abreviaturas.

He aquí varios ejemplos del uso de múltiplos de 10 y sus prefijos con las unidades de longitud, masa y tiempo.

### LONGITUD

$$1 \text{ nanómetro} = 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m (unas cuantas veces el diámetro más grande)}$$

$$1 \text{ micrómetro} = 1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m (tamaño de algunas bacterias y células vivas)}$$

$$1 \text{ milímetro} = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m (diámetro del punto de un bolígrafo)}$$

$$1 \text{ centímetro} = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m (diámetro de un dedo meñique)}$$

$$1 \text{ kilómetro} = 1 \text{ km} = 10^3 \text{ m (longitud de un paseo de 10 minutos)}$$

### MASA

$$1 \text{ microgramo} = 1 \mu\text{g} = 10^{-9} \text{ kg (masa de una partícula muy pequeña de polvo)}$$

$$1 \text{ miligramo} = 1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg (masa de un grano de sal)}$$

$$1 \text{ gramo} = 1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg (masa de un sujeta papeles)}$$

### TIEMPO

$$1 \text{ nanosegundo} = 1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ s (tiempo que tarda la luz en recorrer 0.3 m)}$$

$$1 \text{ microsegundo} = 1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s (tiempo que tarda una computadora personal en realizar una operación de suma)}$$

$$1 \text{ milisegundo} = 1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s (tiempo que tarda el sonido en viajar 0.35 m)}$$

### EL SISTEMA BRITÁNICO

Por último, mencionamos el sistema británico de unidades que se usa sólo en Estados Unidos y otros pocos países, aunque en casi todos está siendo sustituido por el SI. Actualmente las unidades británicas se definen en términos de las del SI, como sigue:

$$\text{Longitud: } 1 \text{ pulgada} = 2.54 \text{ cm (exactamente)}$$

$$\text{Fuerza: } 1 \text{ libra} = 4.448221615260 \text{ newtons (exactamente)}$$

El newton, abreviado N, es la unidad de fuerza en el SI. La unidad británica de tiempo es el segundo, definido de la misma forma que en el SI. En física, las unidades británicas se usan sólo en mecánica y termodinámica; no existe un sistema británico de unidades eléctricas.

# 1.3. Operacions i càlculs.

## Potències de 10

En la pàgina que veurem, cada figura és una imatge d'alguna cosa 10 voltes mayor o menor que l'anterior

El número que apareix a la dreta és el tamany de l'objecte

A l'esquerra està el mateix número escrit en potències de 10, o notació exponencial, que és una escritura convenient per a quantitats científiques.

Terra =  $12.76 \times 10^6 = 12,760,000$  metres d'ample  
(12.76 milions de metres)

Cel.la d'una planta =  $12.76 \times 10^{-6} = 0.00001276$  metres d'ample  
(12.76 milionèssimes de metre)

<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/powersof10/>

# 1.3. Operacions i càlculs.

## Càlcul dimensional

Temps [T]

Espai [L]

Massa [M]

Dimensió de l'acceleració

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

$$[a] = [V][T]^{-1} = [L][T]^{-2}$$

# 1.3. Operacions i càlculs.

## **Estratègies de resolució de problemes**

Identifica els conceptes rellevants. Primer de tot, decideix quines idees físiques són rellevants per al problema. En esta etapa identifica la variable que és l'objectiu del problema.

Prepara el problema. Realitza un esquema per a establir relacions. Identifica les equacions necessàries.

Executa el problema. Realitza els càlculs. No perdes de vista quines són les variables objectiu.

Evalúa la resposta. L'objectiu de un problema de física no és només obtenir un número o una fórmula, sinó assolir una millor comprensió. Has d'examinar la resposta per a vore què significa. Sobretot, pregunta't "Açò té sentit?". Si el resultat és absurd (per exemple, has determinat que el radi de la Terra és de 6.38 centímetres), significa que has fet algun error en el procés de solució. Torna arrere i comprova els càlculs, i revisa la solució si és necessari.

# 1.3. Operacions i càlculs.

## Conversió d'unitats

En la majoria dels casos, gastem les unitats fonamentals SI (longituds en metres, masses en kilograms, y temps en segons) en la resolució de problemes. Si es necessita una resposta en un altre conjunt d'unitats, és millor realitzar la conversió al final.

Les unitats es multipliquen i divideixen igual que els símbols algebraics ordinaris. La idea clau és expressar la mateixa quantitat en dos sistemes d'unitats diferents i formar una identitat. Per exemple

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s},$$

Per tant  $(1 \text{ min})/(60 \text{ s})$  és igual a 1, i podem multiplicar una quantitat per aquest factor, o el recíproc.

$$3 \text{ min} = (3 \cancel{\text{ min}}) \left( \frac{60 \text{ s}}{1 \cancel{\text{ min}}} \right) = 180 \text{ s}$$

Si es fa la conversió correctament, les unitats innecessàries es cancel·len. Si es fa malament

$$\frac{1}{20} \text{ min}^2/\text{s},$$

Per tant s'han d'escriure les unitats en tots els estadis de la conversió.

# 1.3. Operacions i càlculs.

## **Xifres significatives**

El nombre de xifres amb el qual s'expressa un resultat de física no pot ser arbitràriament gran; no totes les xifres seran representatives (*significatives*).

Hi ha un nombre de xifres útils que aporten informació quantitativa de la mesura: s'anomenen xifres significatives. Són aquelles xifres de les quals sabem amb certesa raonable que són exactes.

Hem de truncar i arredonar *tota* quantitat experimental per a deixar-hi només les xifres que són significatives.

El nombre de xifres significatives d'un resultat estarà determinat per l'incertesa que l'afecta.

Per a la resolució de problemes normalment és suficient utilitzar 3 xifres significatives.

# 1.4. Càlcul vectorial

Tipus de magnituds:

Escalars: Venen determinades per la seua magnitud

Temps ( $t$  /s), distància ( $d$ /m), Energia ( $E$ /J), freqüència ( $\nu$ /Hz), resistència elèctrica ( $R/\Omega$ ), etc.

Vectorials: Es caracteritzen per tenir mòdul direcció i sentit

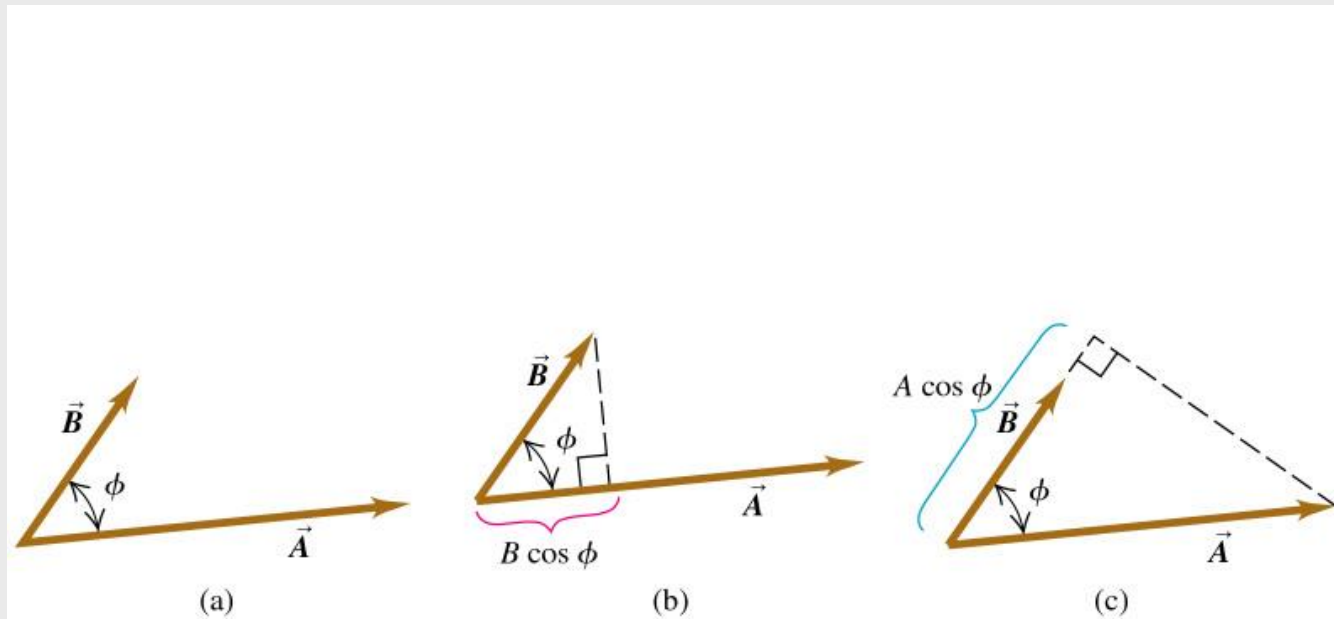
Posició ( $\vec{r}$  /m), velocitat ( $\vec{v}$ /m s<sup>-1</sup>), Força ( $\mathbf{F}$ /N), camp elèctric ( $\mathbf{E}$ /V m<sup>-1</sup>), etc.

Tensorials: algunes magnituds venen determinades per més de paràmetres que les anteriors,

$$I = \begin{pmatrix} I_x & I_{yx} & I_{zx} \\ I_{xy} & I_y & I_{zy} \\ I_{xz} & I_{yz} & I_z \end{pmatrix}$$

# 1.4. Càlcul vectorial

Components dels vectors  
Vectors unitaris  
Producte escalar





# 1.5. Càlcul diferencial i integral

## CÀLCULO

### Derivadas:

$$\frac{d}{dx}x^n = nx^{n-1}$$

$$\frac{d}{dx}\text{sen } ax = a \cos ax$$

$$\frac{d}{dx}\cos ax = -a \text{sen } ax$$

$$\frac{d}{dx}e^{ax} = ae^{ax}$$

$$\frac{d}{dx}\ln ax = \frac{a}{x}$$

### Integrales:

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} \quad (n \neq -1)$$

$$\int \frac{dx}{x} = \ln x$$

$$\int \text{sen } ax dx = -\frac{1}{a} \cos ax$$

$$\int \cos ax dx = \frac{1}{a} \text{sen } ax$$

$$\int e^{ax} dx = \frac{1}{a} e^{ax}$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \arcsen \frac{x}{a}$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2})$$

$$\int \frac{dx}{x^2 + a^2} = \frac{1}{a} \arctan \frac{x}{a}$$

$$\int \frac{dx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{1}{a^2} \frac{x}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$

$$\int \frac{x dx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} = -\frac{1}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$

*Series de potencias* (convergentes para el intervalo de  $x$  mostrado):

$$(1+x)^n = 1 + nx + \frac{n(n-1)x^2}{2!} + \frac{n(n-1)(n-2)}{3!}x^3 + \dots \quad (|x| < 1):$$

$$\text{sen } x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots \quad (\text{toda } x)$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots \quad (\text{toda } x)$$

$$\tan x = x + \frac{x^3}{3} + \frac{2x^5}{15} + \frac{17x^7}{315} + \dots \quad (|x| < \pi/2)$$

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots \quad (\text{toda } x)$$

$$\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots \quad (|x| < 1)$$

# 1.4. Càlcul diferencial i integral

L'operador nabla  $\vec{\nabla} = \vec{\mathbf{i}} \frac{\partial}{\partial x} + \vec{\mathbf{j}} \frac{\partial}{\partial y} + \vec{\mathbf{k}} \frac{\partial}{\partial z}$

El gradient:  $\vec{\nabla} A = \vec{\mathbf{i}} \frac{\partial A}{\partial x} + \vec{\mathbf{j}} \frac{\partial A}{\partial y} + \vec{\mathbf{k}} \frac{\partial A}{\partial z}$

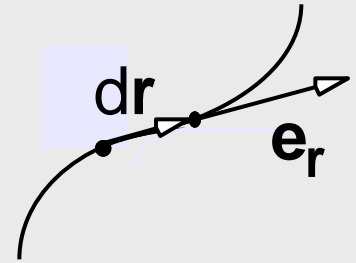
La divergència:  $\vec{\nabla} \cdot \vec{v} = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z}$

El rotacional:  $\vec{\nabla} \times \vec{v} = \begin{vmatrix} \vec{\mathbf{i}} & \vec{\mathbf{j}} & \vec{\mathbf{k}} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ v_x & v_y & v_z \end{vmatrix}$

# 1.5. Càlcul diferencial i integral

Derivada direccional

$$d\vec{r} = dx\vec{i} + dy\vec{j} + dz\vec{k} = dr\vec{e}_r$$



El gradient:

$$\vec{\nabla}A = \frac{\partial A}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial A}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial A}{\partial z}\vec{k}$$

$$dA = \frac{\partial A}{\partial x}dx + \frac{\partial A}{\partial y}dy + \frac{\partial A}{\partial z}dz = \vec{\nabla}A \cdot d\vec{r}$$

$$dA = (\vec{\nabla}A \cdot \vec{e}_r)dr \rightarrow \boxed{\frac{dA}{dr} = \vec{\nabla}A \cdot \vec{e}_r}$$

La derivada direccional