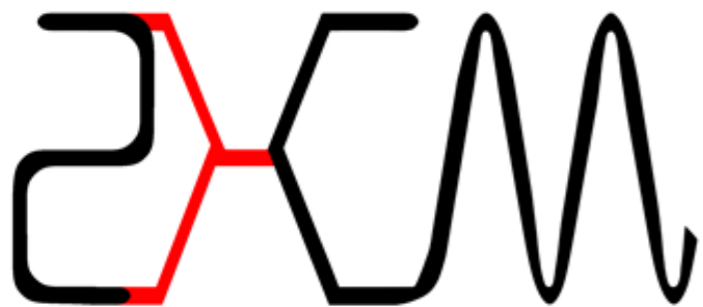


REDEFINIR I REFINAR

Eugeni Vilalta i López, SCM



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

19 de maig 2018

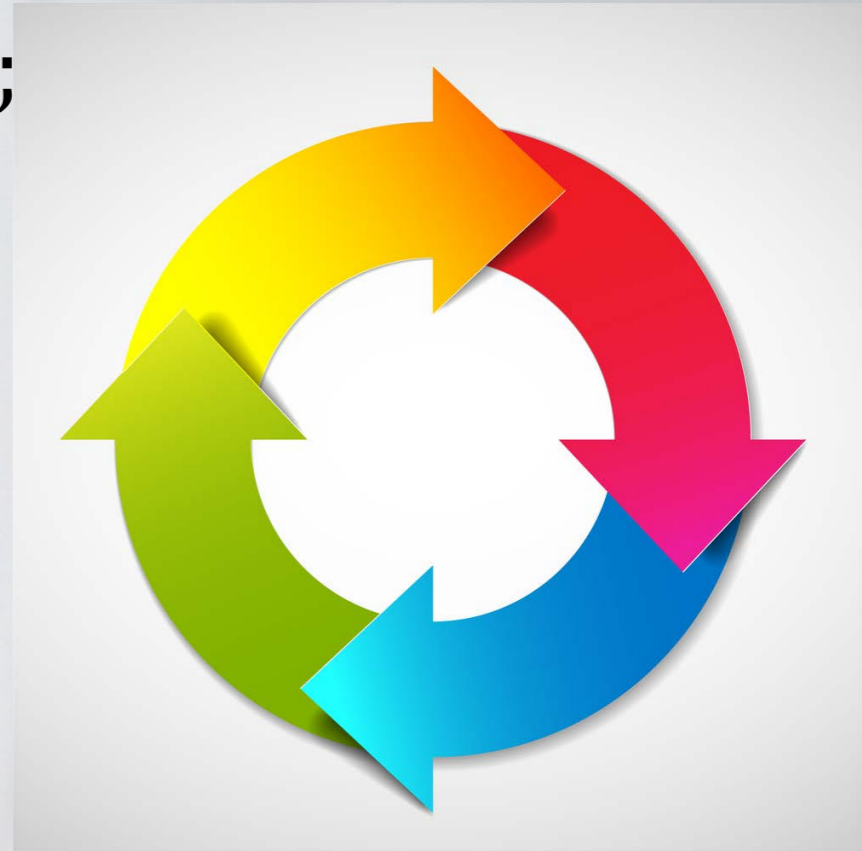
Vilanova i la Geltrú

<http://www.scmetro-sct.cat/>

REDEFINIR I REFINAR

REDEFINIR

- definir la unitat en termes d'una constant;
- hi ha una altra magnitud, que calia anar mesurant experimentalment en termes de la unitat, amb valors reportats variables;
- redefinir en la unitat en termes d'aquesta magnitud, com a constant millor (més estable o més precisa o més exacta, o tot plegat)
- la constant anterior, que era la unitat per definició, passa a haver-se de determinar experimentalment en funció de la nova constant, que defineix la unitat



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

REDEFINIR

- no canviar perquè sí

- mantenir constant el valor de la unitat quan es canvia, dins de la incertesa



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

REFINAR

- interaccions entre definició i realització
- millores en la definició per harmonitzar la realització
- millores de redacció
- experiment o teoria?.



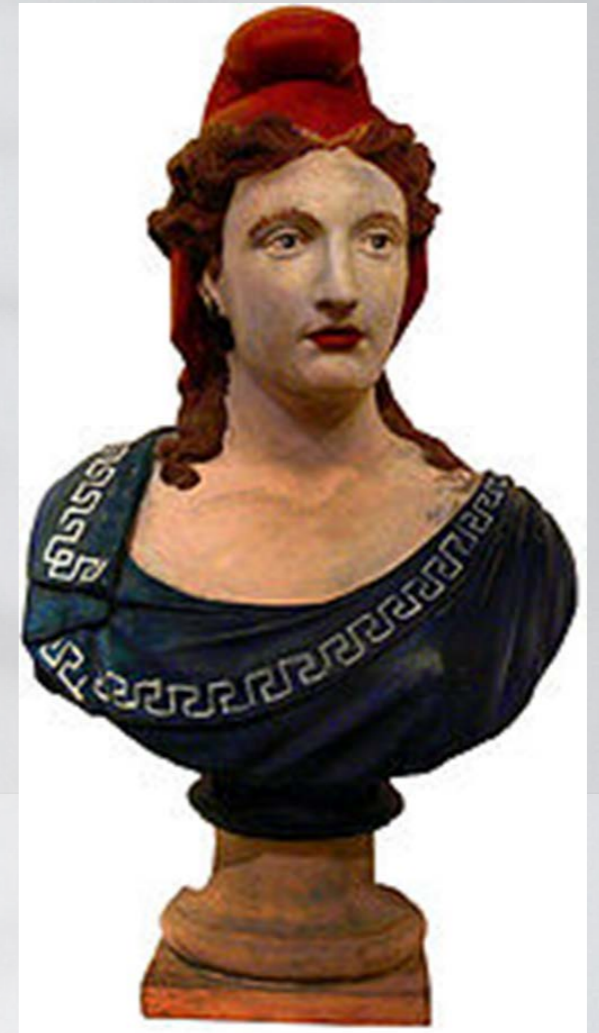
SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

La introducció del sistema mètric decimal, com altres dons de la república (francesa) a la Humanitat es fonamenta:

- en una sòlida voluntat popular i
- en la disponibilitat de tecnologia avançada disponible, en primera línia de recerca.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

El 1790 l'Assemblée Nationale, proposa la creació d'un nou - sistema d'unitats "estable, uniforme i simple".

"Cahiers de doléances"

- abusos feudals en la manipulació de les unitats censals i
- demanda de reduir-les totes a la del rei.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

19 de maig 2018

Vilanova i la Geltrú

REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

Les aportacions científiques ja disponibles eren:

- la uniformitat del període del pèndol (Galileu Galilei)
- les recerques sobre la forma de la Terra (Isaac Newton) amb les expedicions a Lapònia (1736-1737) i Perú (1736-1739)
- la representació decimal dels nombres no enters (Simon Stevin, 1585) - al llarg del segle XVII diferents propostes d'unitats de longitud basades en les longituds de pèndols de segon o d'arcs de meridià, i propostes de prefixos i sufixos decimals.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

19 de maig 2018

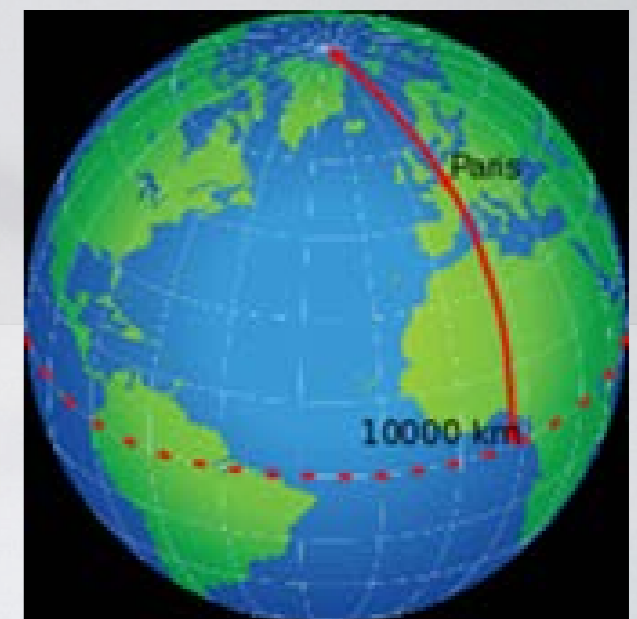
Vilanova i la Geltrú

REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

1791: l'Assemblea Nacional aprova:

- la divisió decimal de pesos, mesures i monedes
- una unitat de mesura natural, invariable i internacionalment uniforme
- definir la unitat de longitud en base a l'arc de meridià i no al pèndol, que requereix mesurar el temps i l'acceleració local de la gravetat



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA



REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

Però encara hi ha un altre aspecte a prendre en compte.
¿Per què el metre serà definit com a 10 000 000 part del quadrant, i no com a 10 000 000 part del meridià (4 vegades més gran) o com a 1 000 000 part del quadrant (10 vegades més petit)?

La resposta la té el pèndol.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA



REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

La longitud d'un pèndol amb un semiperíode d'un segon amb l'acceleració estàndard de la gravetat $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$ és

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = 0,993621 \text{ m}$$

I, doncs, la fracció triada del meridià terrestre és la fracció "arrodonida" més propera a la que resulta en l'anterior definició d'unitat de longitud basada en el pèndol. Aquesta tècnica s'anirà repetint en les definicions posteriors.



REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

Per altra banda, la definició del pèndol (perquè semiperíode, i no període?) ja havia estat feta de manera que correspongués a una unitat "humana" de l'ordre del doble del colze, del triple del peu, meitat de la braça, i dos terços de la (doble) passa.

És una nova aplicació del principi. Hem passat d'una definició "humana" de la unitat de longitud a una definició "terràquüia" de la unitat, però n'hem mantingut (aproximadament) el valor, tot i refinar molt la definició i la seva precisió.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

19 de maig 2018

Vilanova i la Geltrú

REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

La mateixa decisió de l'Assemblea demana un nou mesurament de l'arc de meridià, perquè es pot millorar la resolució en un factor de 15.

.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

El 1793 es formalitza la definició de la unitat de massa com a massa d'un decímetre cúbic d'aigua destil·lada a la temperatura del gel fonent (màxima estabilitat de la temperatura).

$$\Delta\rho_t = \frac{\partial\rho}{\partial t} \Delta t$$



REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

El 1798 es canvia la temperatura de definició del kilogram, que passa a ser la corresponent al màxim de densitat de l'aigua (4 °C) (mínima variació de la densitat amb la temperatura).

$$\Delta\rho_t = \frac{\partial\rho}{\partial t} \Delta t$$



REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

El juny del 1799 queden ratificats i dipositats el patrons del metre i kilogram "dels Arxius".

Com es veurà diverses ocasions:

hi ha diferència entre la definició de la unitat i la seva realització, perquè una cosa és la longitud d'una part de meridià i una altra la longitud d'una barra metàl·lica.

En aquest cas concret, el metre dels Arxius és de l'ordre de $3 \cdot 10^{-4}$ més curt que la fracció prevista del meridià.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

Coda sobre la moneda.

El 1795, s'estableix la nova unitat monetària, el franc, corresponent a 5 grams de plata, dividit en dècims i cèntims.



Però la moneda és massa important.

Els cinc grams de plata s'entenen com a grams de plata de llei 0,900 i la moneda que finalment es produirà correspon a 4,5 g de plata pura, corresponent, no casualment, a les monedes de lliura que ja estaven en circulació.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

El 20 de maig del 1875, s'aprova la Convenció del

Es decideixen uns nous patrons materials de metre i kilogram, fets d'un material millor, platí iridiat al 10%, fos.

En el cas del metre, a més canvia el tipus de patró. Deixa de ser un patró d'extrems i passa a ser un patró de traços, i amb una forma de secció (secció de Tresca), de màxima rigidesa i que fa que el pla neutre (el que no es tensa ni comprimeix sota el propi pes) sigui accessible.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

La Resolució de la 1a CGPM (1889) recull que:

- els patrons són de platí aliat amb 10 per 100 d'iridi, dintre de 0,0001;
- que les còpies nacionals del metre estan dintre del límit de 0,01 mil·límetre respecte del patró internacional;
- que les còpies nacionals del kilogram es troben dintre del límit d'un mil·ligram respecte del kg patró internacional;
- que la longitud del metre és la del patró a la temperatura del glaç fonent.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

Des del punt de vista contemporani, en ser definicions sobre patrons materialitzats, i haver-los canviat, és un canvi de definicions. Des del punt de vista modern, és més aviat un canvi de realitzacions materials d'unes mateixes definicions, el quadrant i la densitat de l'aigua pura.

Veiem aquí el guany metrològic, en tractar amb patrons materials, de la fabricació uniforme, amb toleràncies sobre els errors, que fan més fàcil el calibratge exacte de les diferències.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

DE L'ARBITRARIETAT I EL LOCALISME AL SISTEMA

El 1927 es refina la definició:

"La unitat de longitud és el metre, definit per la distància, a 0°, dels eixos dels dos traços medians sobre la barra de platí iridiat dipositat al BIPM, i declarat Prototip del metre per la 1 CGPM, estant aquest regle sotmès a la pressió atmosfèrica normal i suportat per dos corrons d'almenys un centímetre de diàmetre, situats simètricament en un mateix pla horitzontal i a la distància de 571 mm l'un de l'altre."



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

ELECTRICITAT: LA CIÈNCIA MODERNA

Les unitats elèctriques absolutes són proposades per Gauss el 1832 i desenvolupades per Weber. El 1856, Weber i Kohlsrauch obtenen, per al quocient entre les unitats e.m.u. i e.s.u. de càrrega, un valor proper al de la velocitat de la llum.

Per altra part Joule estableix el 1841 la llei de la calor dissipada per un circuit elèctric i el 1843 l'equivalència mecànica del treball i la calor. Un watt és un watt.

L'anàlisi dimensional es desenvoluparà des de Fourier el 1822 fins a Maxwell, passant per Gauss i Weber.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

ELECTRICITAT: LA CIÈNCIA MODERNA

El 1862 el comitè de la BAAS (Thomson, Wheatstone i altres) sobre la unitat de resistència ja planteja la necessitat de tenir una unitat:

- 1) de valor pràctic,
- 2) coherent amb les altres unitats elèctriques,
- 3) coherent amb les altres unitat físiques,
- 4) estable i
- 5) reproduïble.

I ja topen amb la diferència entre tenir una definició teòrica coherent de la unitat (punts 2) i 3)) i tenir un patró material (punts 4) i 5)).



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

ELECTRICITAT: LA CIÈNCIA MODERNA

Per al sistema teòric, no cal la introducció de cap magnitud elèctrica, perquè venen determinades per les unitats mecàniques.

Calen, però definir dues unitats elèctriques pràctiques, perquè no estan vinculades a les unitats mecàniques.

El Congrés de 1893 adopta realitzacions materials per volt, ampere i ohm. Naturalment, per la llei d'Ohm aquestes tres realitzacions queden sobredeterminades i no poden ser totes certes, conforme augmentin els requisits d'exactitud. Les realitzacions s'anomenaven unitats internacionals.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

ELECTRICITAT: LA CIÈNCIA MODERNA

Oliver Heaviside, el 1882, havia plantejat la qüestió de la racionalització de les equacions electromagnètiques. Però plantejar això, vol dir obrir tot el camp de possibilitats d'escriure constants dimensionals a les equacions electromagnètiques, i fa que el concepte d'unitats absolutes ja no estigui tan clar.

El 1901 Giorgi s'ho mira d'una altra manera.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

ELECTRICITAT: LA CIÈNCIA MODERNA

Si es pot racionalitzar,

- també es poden posar constants amb dimensions a les equacions electromagnètiques (ϵ_0 i μ_0 diferents de la unitat) i -aleshores es pot tractar de fer un sistema basat en les unitats pràctiques (ohm i volt) i vinculat a les unitats mecàniques (un watt és un watt).

En introduir constants dimensionals, la constant (i unitat) que es pot introduir ja no és 0, com en els sistemes "absoluts", i en vincular-ho amb les unitats mecàniques, ja no són 2, com a les unitats pràctiques purament elèctriques, sinó 1. Aquest és el sistema conegut com a MKSX.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

19 de maig 2018

Vilanova i la Geltrú

REDEFINIR I REFINAR

EL SEGON: NO SE'L VEIA

La seva definició com a fracció $1/86400$ del dia solar mitjà, que era l'habitual des de Ptolomeu Πτολεμαίος (que va tabular les diferències entre el dia solar mitjà i el dia solar aparent), sense una definició formal, és insatisfactòria, perquè la rotació de la Terra es va fent més lenta (variació secular), i a més, presenta irregularitats a curt termini i té variacions periòdiques.

Així doncs, l'esquema de l'època de la revolució francesa, on el segon està vinculat a la rotació de la Terra i el metre al meridià, aplanat per aquesta rotació, no és estable. A més, òbviamment, l'horari venia regulat pel migdia local.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

19 de maig 2018

Vilanova i la Geltrú

REDEFINIR I REFINAR

EL SEGON: NO SE'L VEIA

El 1952, l'Assemblea General de la UAI va aprovar que "en tots els casos on el segon solar mitjà és insatisfactori com a unitat de temps per la seva variabilitat, la unitat adoptada sigui l'any sideral a 1900,0 i que el temps referit segons aquesta unitat sigui designat com a temps de les efemèrides".

Posteriorment es va repensar que seria millor definir-lo en termes de l'any tròpic en comptes de l'any sideral, ja que la seva longitud és independent del valor adoptat per a la precessió, i el CIPM va proposar a la 10a CGPM que es definís el segon com a fracció $1/31556925,975$ de la longitud de l'any tròpic a 1900,0.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

19 de maig 2018

Vilanova i la Geltrú

REDEFINIR I REFINAR

EL SEGON: NO SE'L VEIA

La CGPM va autoritzar el CIPM a adoptar aquesta definició on cop hi hagués acord formal de la UAI. En aquesta darrera fase de consultes el valor es va fer més precís i la definició final (CIPM, 1956) va ser "El segon és la fracció $1/31556925,9747$ de l'any tròpic per a 1900 gener 0 a les 12 hores del temps de les efemèrides" (gener 0 és el dia que va abans de gener 1, és a dir, 31 de desembre de l'any anterior).

Març 0

Quants nassos té l'home dels nassos el dia gener 0?



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

EL SEGON: NO SE'L VEIA

La diferència és que l'any sideral és el temps que triga la Terra en completar una òrbita entorn del Sol (respecte dels estels fixos) i que l'any tròpic correspon al cicle de les estacions, el temps durant el qual la longitud mitjana del Sol, referida a l'equinocci mitjà de la data, augmenta en 360° (i és uns 20 minuts més petit que l'any sideral, degut a la precessió de l'eix de rotació de la Terra, *precessió dels equinoccis*)



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

EL SEGON: NO SE'L VEIA

El 1928, la UAI va recomanar l'ús del terme "temps universal" UT per a l'escala vinculada al temps solar mitjà.

Per tant, ara que el segon està definit pel temps de les efemèrides, perquè el temps solar mitjà no era prou adequat, cal definir el temps solar mitjà a partir del temps de les efemèrides i cal fer-ho amb més exactitud (els diferents UT) per a resoldre els motius que porten a canviar la definició. El 1956 la Unió Astronòmica Internacional, el 1956, va aprovar tres versions d'UT: UT0, UT1 i UT2.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

TEMPERATURA: FÀCIL O DIFÍCIL

Tenim un sentit associat a la temperatura, mentre que no tenim, cap sentit associat, per exemple, a la càrrega elèctrica. I això fa que, des de petits, sapiguem que les coses estan fredes o calentes.

Des del punt de vista metrològic, cal tenir presents els principis 0 i 2 de la termodinàmica.

La numeració del principi 0 ja ens indica com és de bàsic. Tant que, de fet, se'l van saltar.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

TEMPERATURA: FÀCIL O DIFÍCIL

Defineix cada temperatura com la classe d'equivalència (reflexiva, simètrica i transitòria) dels cossos que no experimenten transferència neta de calor en entrar en contacte tèrmic. Com que, recíprocament, si no estan a la mateixa temperatura i estan en contacte tèrmic hi haurà flux de calor podem ordenar (per orde creixent o decreixent) els sistemes segons donen o reben flux de calor quan entren en contacte tèrmic. Això no serviria de gaire, si no fos perquè hi ha sistemes que estan sempre a la mateixa temperatura, són punts fixos.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

TEMPERATURA: FÀCIL O DIFÍCIL

El primer, si no ens cal ser gaire precisos és la nostra pròpia temperatura corporal. Però hi ha sistemes físics més senzills, com els de coexistència de fases, que poden assolir qualsevol precisió requerida. I hi ha uns altres sistemes físics senzills, que tenen una determinada magnitud que és proporcional a la temperatura.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

TEMPERATURA: FÀCIL O DIFÍCIL

En base a això, podem definir una escala de temperatura en base a:

- un cert nombre de punts fixos, als quals assignem unes determinades temperatures per conveni
- uns sistemes, anomenats termòmetres, que permeten mesurar, mitjançant una relació entre la temperatura i una altra propietat, les temperatures fora dels punts fixos.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

TEMPERATURA: FÀCIL O DIFÍCIL

Al llarg del segle XVIII es van proposant diverses escales, i cap al final del segle, totes estaven basades en:

- els punts fixos de fusió i ebullició de l'aigua
- els termòmetres de mercuri

De entre aquestes escales, a França, el 1794, coherentment amb el caràcter decimal del Sistema Mètric es va adoptar l'escala centesimal de Celsius.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

TEMPERATURA: FÀCIL O DIFÍCIL

Però si tenim en compte el segon principi de la termodinàmica (i el primer) podem avançar quantitativament.

Considerant un cicle, i, en particular, un cicle de Carnot (expansió isoterma reversible d'un gas a la temperatura alta θ_1 + expansió adiabàtica reversible del gas + compressió isoterma reversible del gas a la temperatura baixa θ_2 + compressió adiabàtica reversible del gas). En aquest cas del primer principi i el segon (versió Kelvin) es dedueix que

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\Phi(\theta_1)}{\Phi(\theta_2)}$$



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

19 de maig 2018

Vilanova i la Geltrú

REDEFINIR I REFINAR

TEMPERATURA: FÀCIL O DIFÍCIL

on Φ és una única funció, que només depèn de la temperatura. Si ara d'entre totes les mesures possibles de la temperatura permeses pel principi 0, triem la que permetrà una forma més senzilla de la funció Φ , aquesta serà la temperatura termodinàmica T , i l'equació precedent pren la seva forma més senzilla

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$$



REDEFINIR I REFINAR

TEMPERATURA: FÀCIL O DIFÍCIL

La temperatura termodinàmica es pot establir:

- o bé per la temperatura que la escala Celsius assigna al zero absolut ($-273,15\text{ °C}$)
- o bé fixant el valor en kelvin d'un punt fix.

Determinar temperatures termodinàmiques es difícil. Per aixó es continuen emprant escales pràctiques, basades en punts fixos i termòmetres. Però les temperatures dels punts fixos ja no són per conveni, sinó que són temperatures termodinàmiques mesurades.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

TEMPERATURA: FÀCIL O DIFÍCIL

Són:

- escala normal d'hidrogen (1887)
- EIT-27
- EIPT-48
- EIPT-68 + EPT-76
- EIT-90 + PLTS-2000

que han anat ampliant la seva extensió i millorant la seva consistència interna i la seva aproximació a la temperatura termodinàmica



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

TEMPERATURA: FÀCIL O DIFÍCIL

El kelvin es defineix originalment (1968) com:

"El kelvin, unitat de temperatura termodinàmica, és la fracció $1/273,16$ de la temperatura termodinàmica del punt triple de l'aigua".

El 2005 es va refinar:

"Aquesta definició es refereix a l'aigua de composició isotòpica definida per les relacions de quantitat de substància següents: $0,000\ 155\ 76$ mol de ^2H per mol de ^1H , $0,000\ 379\ 9$ mol de ^{17}O per mol de ^{16}O i $0,002\ 005\ 2$ mol de ^{18}O per mol de ^{16}O ".

Aquesta és la composició de V-SMOW.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

METRE I SEGON ATÒMICS

El 1960, la CGPM modifica la definició del metre:

"El metre és la longitud igual a 1 650 763,73 longituds d'ona al buit de la radiació corresponent a la transició entre els nivells $2p_{10}$ i 5_{d5} de l'àtom de criptó 86."

La CGPM adopta, al 1968, la definició del segon:

"El segon és la durada de 9 192 631 770 període de la radiació corresponent a la transició entre els dos nivells hiperfins de l'estat fonamental de l'àtom de cesi 133."

El 1997, el CIPM ha aclarit que la definició es refereix a :
un àtom de cesi en repòs, a la temperatura de 0 K.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

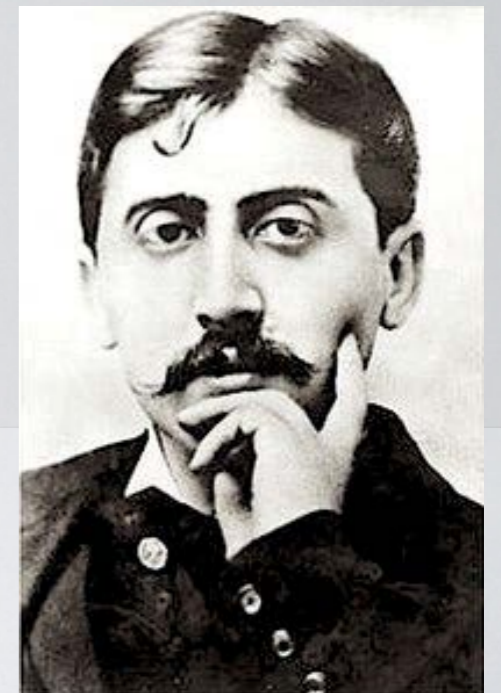
EL TEMPS RETROBAT

La definició atòmica del temps comporta:

- tenir una escala internacional, basada en rellotges atòmics, el Temps Atòmic Internacional

- tenir un temps civil uniforme UTC, separat per un nombre enter de segons de TAI, per tal d'estar a 0,9 s de UT1.

El 1970, cal referir els segons del TAI a l'altitud 0 i aclarir que és una escala de temps-coordenada definida en un marc de referència geocèntric amb unitat d'escala el segon del SI, tal i com es realitza sobre el geoide en rotació, per tal de tenir en compte els efectes de la relativitat general.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

EL TEMPS RETROBAT

TAI és també una realització del Temps Terrestre (TT), que és continuació de TDT (Temps Dinàmic Terrestre), que és una continuació del temps de les efemèrides (TE), amb el següent decalatge, per motius històrics:

$$TT(TAI) = TAI + 32.184 \text{ s}$$

Per motius relacionats amb la relativitat general, és només una de les escales de temps dinàmic al Sistema Solar.

Hi ha també:

- el Temps Coordenada Geocèntric (TCG), en repòs respecte de la Terra
- el Temps Coordenada Baricèntric (TCB), en repòs respecte del baricentre del Sistema Solar.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

EL MOL

El mol ha resultat ser controvertit, no pel seu valor, sinó per les seves dimensions i pel nom de la magnitud.

Per a tenir una mica de perspectiva, convé recordar que la càrrega elèctrica també era anomenada quantitat d'electricitat i que també està quantitzada en termes de la càrrega de l'electró. Un coulomb és la càrrega elèctrica d'uns $1,036 \times 10^{-5}$ mol d'electrons.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

EL MOL

La quantitat de substància es defineix com a proporcional al nombre d'entitats elementals especificades en una mostra, amb una constant de proporcionalitat universal, igual per a totes les mostres. La intenció de la introducció d'aquesta magnitud és que:

- sigui proporcional (i, en aquest sentit, equivalent) al nombre d'entitats elementals
- sigui macroscòpica (indicat per la paraula mostra) i, doncs, assimilable a una magnitud contínua
- es pugui relacionar amb les determinacions de massa, volum, concentració, molaritat,...



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

19 de maig 2018

Vilanova i la Geltrú

REDEFINIR I REFINAR

EL MOL

La definició del mol de 1971 és

El mol és la quantitat de substància d'un sistema que conté tantes entitats elemental com àtoms hi ha en 0,012 kilograms de carboni 12.

Quan es fa servir el mol, cal especificar les entitats elementals, que poden ser àtoms, molècules, ions, electrons, altres partícules o grups específics de partícules.

El 1980, el CIPM va especificar que es fa referència a àtoms de carboni 12 lliures, en repòs i en el seu estat fonamental.



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

CODATA

CODATA va publicant valors ajustats de les constants fonamentals:

- CODATA 1973
- CODATA 1986
- CODATA 1998
- CODATA 2006
- CODATA 2010
- CODATA 2014
- CODATA especial 2017



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

NOU SI

Això ha comportat un canvi de perspectiva:

- primer en la definició del metre de 1983

El metre és la longitud del trajecte recorregut en el buit per la llum durant $1/299\,792\,458$ segons.

- després en l'adopció el 1990 de les representacions pràctiques del volt-Josephson i l'ohm-von Klitzing
- finalment, en el nou SI



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

NOU SI

El nou SI també té com a motivacions:

- la inestabilitat del patró del kilogram
- la necessitat de relligar les unitats elèctriques pràctiques al SI
- la necessitat de fonamentar millor el mol



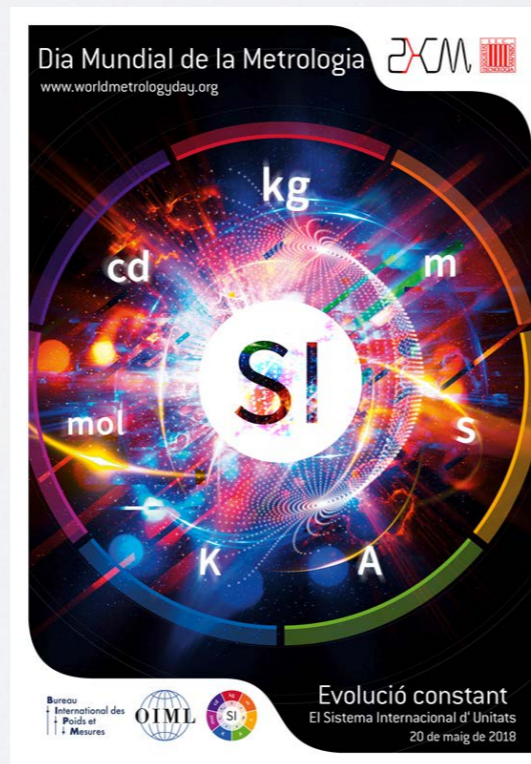
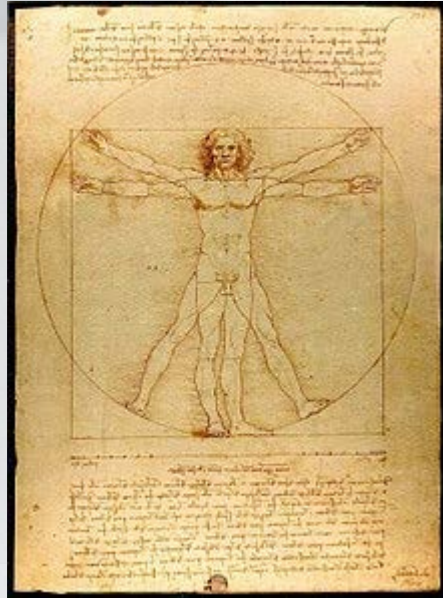
SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

REDEFINIR I REFINAR

NOU SI

El nou SI es caracteritza per:

- constants fonamentals, desvinculades de la Terra i dels humans
- les constants defineixen totes les unitats a la vegada (atenuació de la diferència entre unitat bàsica i derivada)



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

DIA MUNDIAL DE LA METROLOGIA

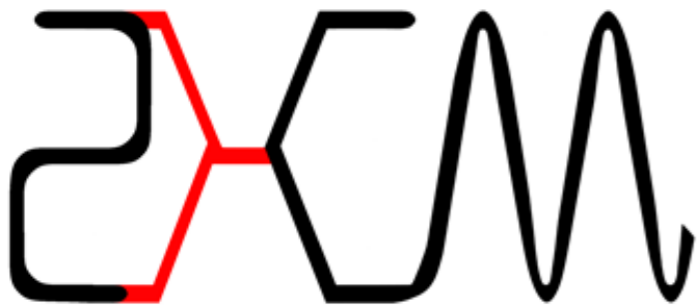
MOLTES GRÀCIES



SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

19 de maig 2018

Vilanova i la Geltrú



<http://www.scmetro-sct.cat/>