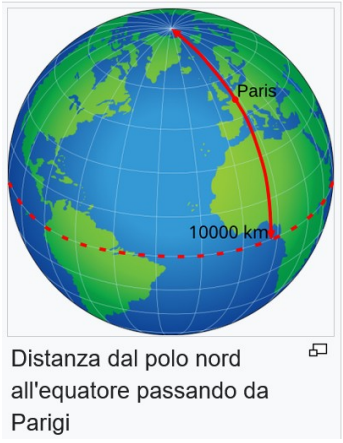
Tappe cronologiche di evoluzione del Sistema Internazionale delle unitá di misura

In rosso sono indicate le successive ridefinizioni dell'unitá di misura "metro".

1789 Rivoluzione francese

1790 - L'Assemblea Nazionale Costituente francese, su proposta di Charles-Maurice de Talleyrand-Périgord, decide di adottare un sistema unificato di pesi e misure.

1791 – viene data una prima definizione dell'unitá di misura della lunghezza, il metro: l'Assemblea nazionale francese approvò il 26 marzo 1791 la proposta di una definizione teorica del metro come 1/10 000 000 dell'arco di meridiano terrestre compreso fra il polo nord e l'equatore che passava per Parigi (il cosiddetto meridiano di Parigi).



Distanza dal polo nord all'equatore passando da Parigi

1795 – Viene istituito il **Sistema Metrico Decimale** da commissione comprendente insigni matematici e fisici e chimici tra cui Jean-Charles de Borda, Joseph-Louis Lagrange, Pierre-Simon de Laplace, Antoine Lavoisier e Gaspard Monge che elaborarono le seguenti definizioni con decreto del 7 aprile 1795:
• Il metro è la decimilionesima parte dell'arco di meridiano terrestre tra il polo boreale e l'equatore (cfr. definizione sopra);
• Il grammo è il peso assoluto di un volume di acqua pura pari al cubo della centesima parte del metro alla temperatura del ghiaccio fondente.

1799 - La costruzione dei modelli definitivi per la lunghezza e la massa venne completata nel Giugno del 1799.
Il 22 Giugno 1799 i prototipi del metro e del chilogrammo furono presentati al Consiglio degli Anziani e dei Cinquecento, organismi nati in seguito alla rivoluzione francese.
Il decreto che stabiliva le nuove misure di lunghezza e massa definiva anche una nuova unità monetaria: il franco.
Unificazione di misure,unificazione di moneta, sistema decimale per entrambi.

1832 - Introduzione del secondo come unitá di misura dell'intervallo di tempo e del grado Celsius (°C) come unitá di misura della temperatura.

1874 - BAAS, oggi British Science Association BSA, introduce il sistema CGS (centimetro, chilogrammo,secondo).

1875 – Firma della Convenzione del Metro, istituzione dell'Ufficio Internazionale dei Pesi e delle Misure (BIPM), della Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure (CGPM) e del Comitato Internazionale dei Pesi e delle Misure (CIPM).

1889 - la prima Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure definì i prototipi per il metro e il chilogrammo, insieme al secondo astronomico come unità di tempo.
Le tre unità così definite costituirono un sistema meccanico simile al CGS, ma con le unità di base metro, chilogrammo e secondo, il sistema MKS.

1895 – si riunisce la II CGPM

1901 – si riunisce la III CGPM

1907 – si riunisce la IV CGPM

1913 - si riunisce la V CGPM

1921 – la VI CGPM ampliò gli obiettivi e le responsabilità del BIPM in altri campi della fisica, e l'istituzione del Consultative Committee for Electricity CCE, oggi Consultative Committee for Electricity and Magnetism CCEM

1927 – la VII CGPM elebora la definizione del metro con riferimento alla **barra campione di platino/iridio presso il BIPM**; Giovanni Giorgi propone di inserire nelle unitá di misura le grandezze elettriche intensitá di corrente o resistenza elettrica.

1933 – si riunisce la VIII CGPM

1948 – si riunisce la IX CGPM

1954 - la X CGPM approvò l'introduzione, come unità di base per la corrente elettrica, la temperatura termodinamica e l'intensità luminosa, rispettivamente l'ampere, il kelvin e la candela.

1960 – XI CGPM - fu definito il metro ottico come un multiplo della lunghezza d'onda della luce emessa dall'atomo di krypton 86;
l'XI CGPM battezzó il sistema metrico decimale Sistema Internazionale.

1964 – si riunisce la XII CGPM

1967 – nella XIII CGPM venne ridefinito il secondo sulla base della transizione iperfine del Cesio 133;
Il secondo è la durata di 9 192 631 770 periodi della radiazione corrispondente alla transizione tra due livelli iperfini dello stato di base dell'atomo di Cesio 133.
Ne segue che la frequenza associate alla transizione tra i due livelli del Cesio 133 è esattamente 9,192631770 GHz. Nella riunione del CIPM del 1997 si è inoltre precisato che:

La definizione fa riferimento all'atomo di Cesio a riposo, a una temperatura di 0 K.

1971 – con la XIV CGPM viene introdotta la mole come u.d.m. della quantitá di sostanza; a questo punto il S.I. raggiunge la configurazione che conosciamo oggi, comprendente 7 grandezze fisiche di base e le rispettive u.d.m.:

1. Lunghezza;
2. Massa;
3. (intervallo) di Tempo;
4. (intensitá di) Corrente Elettrica;
5. Temperatura Termodinamica;

6. Quantità di Sostanza;
7. Intensità luminosa.

1975 – si riunisce la XV CGPM

1979 – si riunisce la XVI CGPM

1983 – la XVII CGPM ridefinì ancora una volta il metro, questa volta come come la distanza percorsa dalla luce nel vuoto in un ben definito intervallo di tempo.
Fu la prima (parziale) realizzazione del progetto in passato proposto da vari fisici (Maxwell, Stoney, Planck, ...) che avevano suggerito di basare il sistema di unità su valori assegnati per convenzione ad alcune costanti fondamentali della fisica (la velocità della luce, la costante di Planck, la costante di Avogadro, ...) che riassumono le informazioni più profonde della nostra comprensione della realtà: l'invarianza della velocità della luce è stata adottata quale principio fondamentale assegnando ad essa il valore convenzionale c=299792458 m/s.

1987 – si riunisce la XVIII CGPM

1991 – si riunisce la XIX CGPM

1995 – si riunisce la XX CGPM

1999 – si riunisce la XXI CGPM

2003 – si riunisce la XXII CGPM

2007– si riunisce la XXIII CGPM

2011 - si riunisce la XXIV CGPM

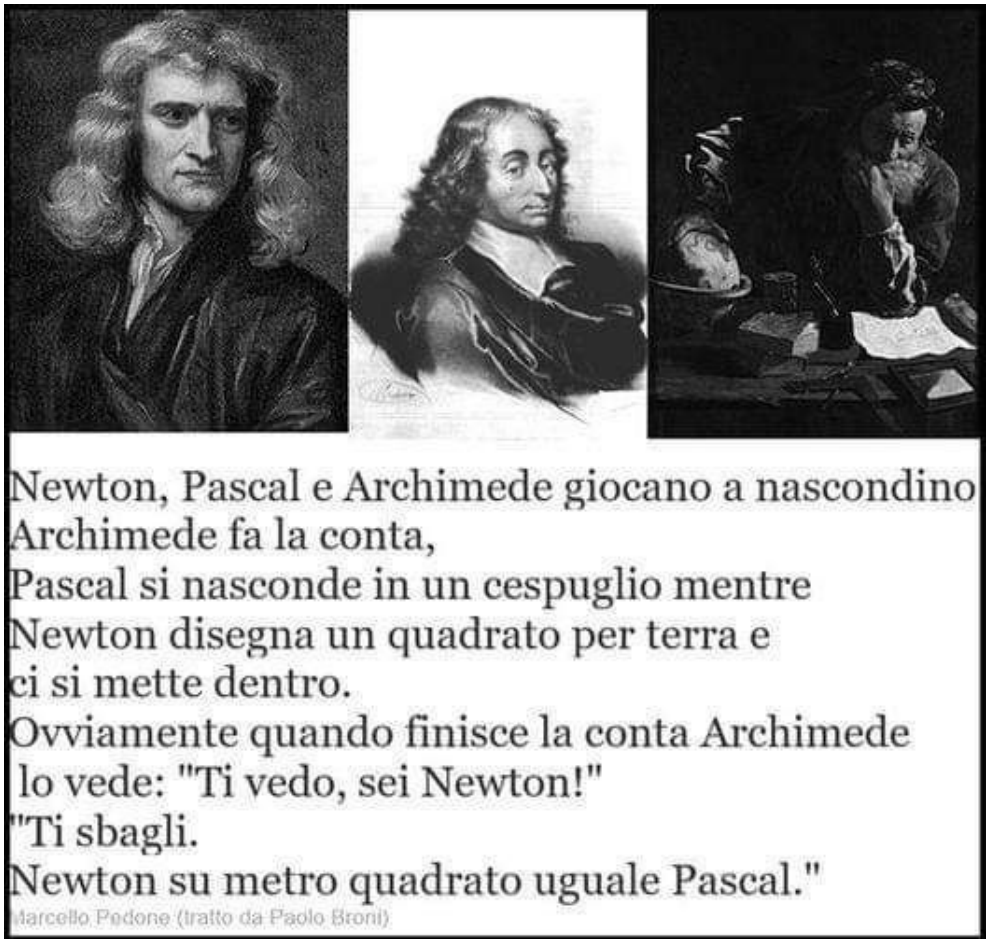
2014 - si riunisce la XXV CGPM

2018 – la XXVI CGPM porta alla nascita del nuovo S.I.
non più basato sulla definizione di 7 unità di base, ma sui valori numerici fissi di un insieme di 7 costanti fondamentali.
Secondo la nuova definizione il SI é un sistema di misura coerente in cui:
• La frequenza di transizione iperfine dello stato fondamentale dell'atomo di cesio 133, Δvcs, è 9 192 631 770 Hz (hertz).
• La velocità della luce nel vuoto, c, è 299 792 458 m/s (metri al secondo).

• La costante di Planck, h, è 6,62607040 x 10^{-34} J*s (joule secondo=kg m2 s-1).
• La carica elementare, e, è eguale a 1,602 176 620 x 10^{-19} coulomb (A s).
• La costante di Boltzmann, k, è 1,380 64852 x 10^{-23} J/K (joule al kelvin).
• La costante di Avogadro, NA, è 6,022 140 857x 10^{23} mol-1 (mole-1).
• L'efficienza luminosa, Kcd, della radiazione monocromatica di frequenza 540 x 10^{12} Hz è 683 lm/W (lumen per watt).
dove hertz, joule, coulomb, lumen e watt, con simboli rispettivamente Hz, J, C, lm e W, sono relativi alle unità secondo, metro, chilogrammo, ampere, kelvin, mole e candela (s,m, kg, A, K, mol e cd) con le relazioni:
• Hz = s-1;
• J = m2 kg s- 2;
• C = A s;
• lm = cd m2 m-2 = cd sr;
• W = m2 kg s-3

2022 - si riunisce la XXVII CGPM

Cronologia delle sessioni CGPM (sito BPIM) completa di risoluzioni adottate.



Storia dettagliata del chilogrammo

https://scienzapertutti.infn.it/chiedi-allesperto/tutte-le-risposte/1455-0252-quando-e-stato-definito-per-la-prima-volta-il-chilogrammo

scienzapertutti.infn.it
Scienza Per Tutti - 0252. Quando è stato definito per la prima volta il chilogrammo?
8–11 minutes

sem_esperto_verdeIl Sistema Metrico Decimale (SMD) faceva inizialmente derivare l'unità di peso dalla definizione dell'unità di lunghezza Lo stesso dicasi per tutte le altre unità di misura ritenute allora utili agli scambi commerciali, alla vita civile ed ovviamente alla scienza stessa.

La definizione originaria di metro risale ad una risoluzione effettuata dell'Assemblea Nazionale francese alla fine del XVIII secolo, precisamente nel 1791, in piena Rivoluzione. Il metro fu allora fissato, su proposta dell'Accademia delle Scienze, come la decimilionesima parte della lunghezza di un quadrante di meridiano terrestre icona_esperto[81]. Fu anche avviato un progetto per la misura accurata di un arco di meridiano (da cui inferire poi il valore di tutto il quadrante), impresa che terminò solo nel 1799. Il primo valore pubblico sul nuovo campione, insieme con il nome metro, fu comunque fornito dagli accademici in un rapporto redatto nella primavera del 1793, insieme ad un progetto di decreto per un sistema generale di pesi e misure. La lunghezza del metro fu ottenuta da precedenti misure di arco di meridiano, ed il cosiddetto metro provvisorio, con tutte le risultanti unità di volume, peso e superficie, fu adottato per decreto il primo agosto di quello stesso anno.

Per quanto riguarda il peso si decise inizialmente che l'unità sarebbe equivalsa a quella di una quantità di acqua contenuta in un cubo il cui lato corrispondesse a un centesimo del metro. In tal modo il peso di un centimetro cubo di acqua distillata fu chiamato grammo (dal greco e latino gramma, piccolo peso) Era noto che il peso di un certo volume d'acqua variava in base alla temperatura. Inizialmente si decise di utilizzare la temperatura dell'acqua in cui il ghiaccio inizia sciogliersi (0° C nella scala moderna). In seguito, si ritenne necessario cambiare quella temperatura e di sostituirla con quella in cui l'acqua raggiunge il massimo della sua densità icona_esperto[159] cioè circa 3,98 °C (l'acqua è più densa a questa temperatura di quanto non lo sia a temperature inferiori a 0° C icona_esperto[204]; questa scoperta fu raggiunta grazie agli studi dell'italiano Mattia Fabbroni icona_biografia

che aveva misurato la densità dell'acqua al variare della temperatura). Dopo un attento dibattito però, l’unità proposta ufficialmente fu il chilogrammo (chiamato inizialmente grave, dal latino gravis, cioè pesante), definito come la massa di un decimetro cubo di acqua distillata, sempre alla temperatura di circa 3,98 °C. Questa scelta fu ritenuta più adatta per gli usi comuni.

Il Sistema Metrico Decimale fu stabilito per legge il 7 aprile 1795 (legge comunemente conosciuta come la “Legge del 18 germinale dell’anno III”), molto prima che la missione per la nuova misura del meridiano fosse terminata La costruzione dei modelli definitivi per la lunghezza e il peso venne completata comunque solo nel giugno del 1799, dopo che le nuove misure dell’arco di meridiano furono finalmente disponibili.

Il 22 di questo mese i prototipi furono presentati solennemente al Consiglio degli Anziani e dei Cinquecento, e successivamente depositati agli Archives Nationales. Una legge del successivo 10 dicembre 1799 li consacrò modelli definitivi delle misure di lunghezza e di peso in tutta la Repubblica.

Il primo metro e il primo chilogrammo campioni erano di platino icona_chimica ; il metro una sbarra a sezione rettangolare di 25,3 x 4 mm, il chilogrammo un cilindro la cui massa era riferita alla temperatura della massima densità dell'acqua. Ritenendo però che la definizione dipendeva troppo direttamente da grandezze come temperatura e densità, nel 1889 una risoluzione della prima Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure (CGPM) basò il chilogrammo sul prototipo stesso (costruito di nuovo in quell’anno, con una lega composta al 90 per cento da platino e al 10 per cento da iridio) e la definizione non ebbe più nessun legame formale con quella originaria. Oggi nel Sistema Internazionale, erede e successore del SMD, l’unità è ancora basata su tale decisione.

Il chilogrammo è la massa del prototipo internazionale conservato al Pavillon de Breteuil (Sevres, Francia). Si tratta di un cilindro di platino-iridio di 38 mm di diametro e di altezza, custodito in una tripla teca sotto vuoto insieme ad altre 6 copie di riscontro.

Il chilogrammo è così l’unica unità di misura moderna che non è definita sulla base di fenomeni fisici naturali o di proprietà di materiali (il metro è per esempio oggi definito non più rispetto alle dimensioni della Terra, ma rispetto all'unità di tempo: esso è pari alla distanza percorsa dalla luce nel vuoto icona_esperto[66] in una frazione di secondo, precisamente 1/299 792 458 icona_esperto[81]. Il cilindro di Sevres è formalmente il solo oggetto in tutto l’universo ad avere esattamente la massa di un chilogrammo. E proprio per questo tanti studiosi di tutto il mondo stanno cercando una strada nuova. Dell'attuale chilogrammo sono in discussione tanto il nome - essendo quanto meno discutibile la scelta di un nome che contiene per un'unità fondamentale il nome di un prefisso – quanto la definizione stessa. In effetti chiunque voglia veramente sapere

quanto vale un chilogrammo non ha altra scelta che andare a Sèvres a controllare quel cilindro.

La ventunesima CGPM (1999) ha approvato una risoluzione che invita tutti i laboratori dei campioni di riferimento nazionali a intensificare la ricerca “per legare l’unità fondamentale di massa a costanti fondamentali o atomiche, con attenzione ad una futura ridefinizione del chilogrammo”.

Quando furono costruite, le copie di riscontro erano perfette per quanto fosse possibile. Differivano dall’originale di Sèvres di circa dieci parti per miliardo. Le ultime verifiche delle copie ufficiali e delle tante decine di prototipi nazionali hanno fatto mettere in discussione la loro stabilità a causa delle derive a lungo termine osservate. Questi cambiamenti sollevano un problema più profondo. Dato che il prototipo stesso è fatto della stessa lega delle copie ed è conservato nelle stesse condizioni, anche la sua massa cambia nel tempo: eppure, dato che la sua massa è, per definizione, esattamente di un chilogrammo, deve essere sempre la stessa! Pensare nuovi metodi per definire il chilogrammo è la parte più facile. Il vero problema è trovare il modo per ottenere la precisione necessaria – in qualsiasi posto e in qualsiasi momento. E' per esempio in avanzata fase di studio un progetto che prevede di collegare il chilogrammo al numero icona_smile di Avogadro icona_biografia mediante esperimenti basati sulla purezza chimica e sulla stabilità meccanica di cristalli di silicio. In tal modo il chilogrammo potrebbe essere definito in base al numero di atomi contenuti in un monocristallo icona_glossario di silicio icona_chimica; ciò richiede la precisa conoscenza della massa del silicio rispetto a quella del carbonio icona_chimica. Attualmente l’incertezza relativa è di 150 parti per miliardo: l’obiettivo è quello di ridurla a 20. E’ possibile, ma saranno necessari ancora tempo e certamente ingenti investimenti.

(Paolo Agnoli – Fisico)

Nota redazionale SxT

Segnaliamo ai nostri web-nauti una interessante ricerca di P. Agnoli e Giulio D'Agostini sul rapporto tra il metro e il pendolo icona_linkesterno . Segnaliamo anche l'articolo icona_linkesterno di Edward Tenner (storico e docente a Princeton) sul numero di maggio 2005 di Technology Review rivista on-line del MIT che cita appunto la ricerca di P.Agnoli e G.D'Agostini Per i nostri web.nauti più interessati suggeriamo inoltre le seguenti letture :

- Agnoli P., Il senso della misura. La codifica della realtà tra filosofia, scienza ed esistenza umana, Roma, Armando Editore, 2004
- M., SI, MKSA, CGS & CO. Dizionario e manuale delle unità di misura, Bologna, Zanichelli, 1995
- Guedj D., Le mètre du mond, 2000; (trad. it. Il metro del mondo, Milano, Longanesi, 2004)

- Matthews R., Un peso inutile, Internazionale n. 479, 14 marzo 2003, pp. 46-48 - Skinner F. G., Pesi e misure, in AA.VV., A History of Technology, a cura di Singer C., Holmyard
- E. J., Hall A. R., Williams T. I., 1954; (trad. it. Storia della tecnologia, a cura di Singer C., Holmyard E. J., Hall A. R., Williams T. I., Torino, Bollati Boringhieri, 1992, Vol. 3, pp. 786-795)