



POLITECNICO
MILANO 1863

La (meta)fisica di π

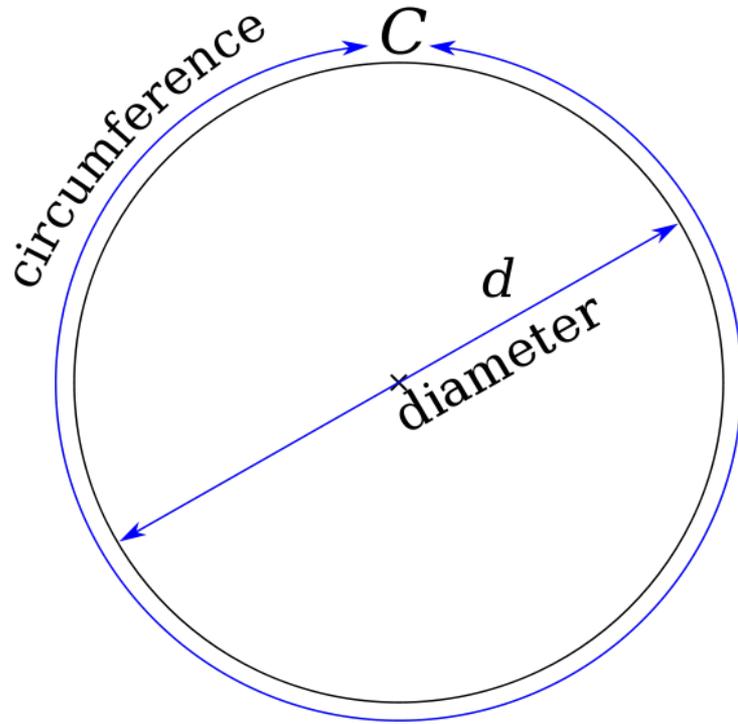
Simona Chiodo (DAStU), Giovanni Valente (DMAT)

La (meta)fisica di π

- **Definizione**
- **Storia**
- **Concetti base**
- **Filosofia**



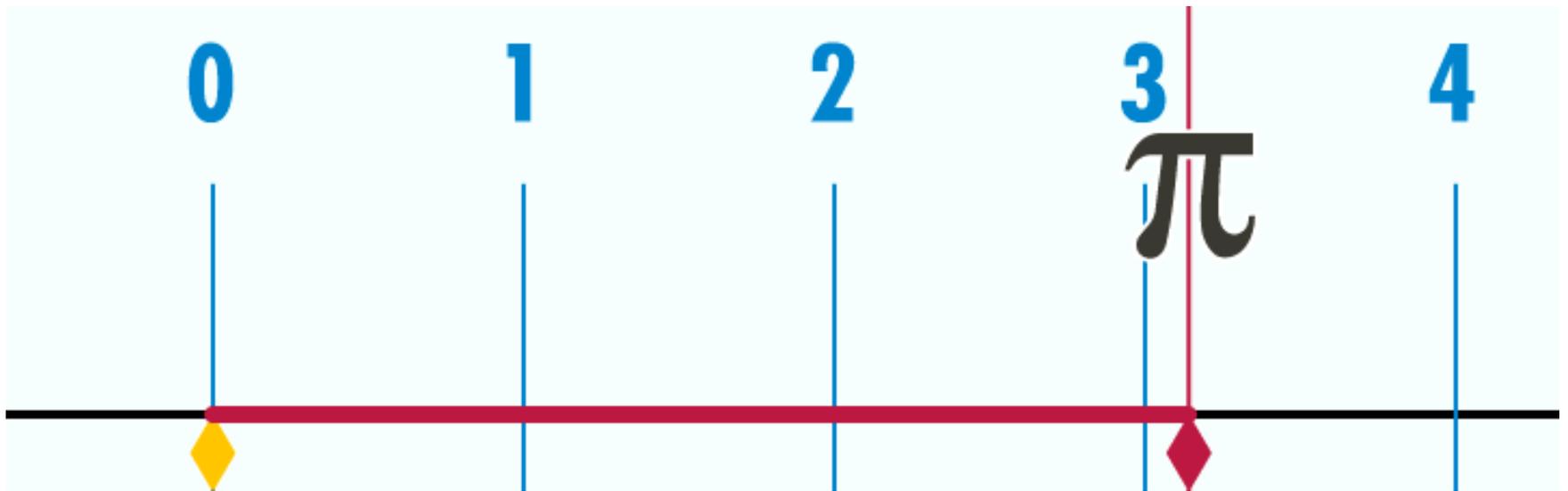
La (meta)fisica di π



Definizione

$$\pi = \frac{C}{d}$$

La (meta)fisica di π



La (meta)fisica di π

Nella Bibbia, raccontando la costruzione di un grande bacino di bronzo (mare) nel Tempio di Re Salomone, si legge:

"Fece poi il mare in metallo fuso, a forma circolare, di dieci cubiti da un orlo all'altro. Era alto cinque cubiti, mentre una cordicella di trenta cubiti ne misurava la circonferenza".

(Primo Libro dei Re (7,23))

Quindi la stima «biblica» di π è pari a 3!

La (meta)fisica di π

Tra i Babilonesi era diffuso un metodo geometrico per il calcolo del valore approssimato di π , come si deduce da da una tavoletta di argilla datata 1900-1650 a.C.



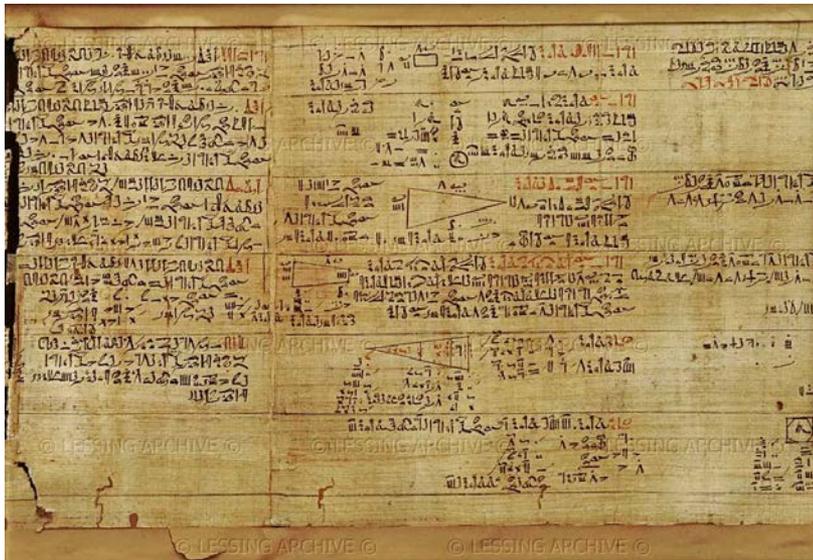
Text A (BM 40054)



$$\pi = \frac{25}{8} = 3,125$$

La (meta)fisica di π

Nell'antico Egitto il papiro di Rhind (intorno al 1650 a.C.) contiene una formula per calcolare l'area di un cerchio



$$\pi = \left(\frac{16}{9}\right)^2 = 3,1605$$

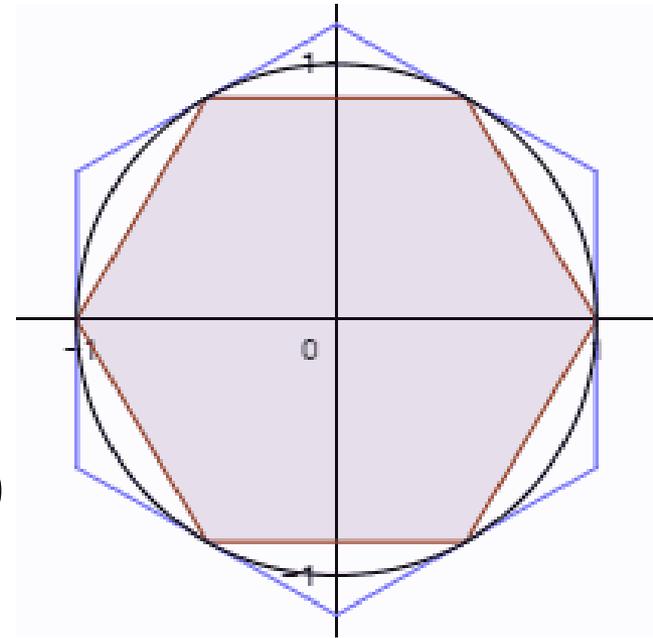
La (meta)fisica di π

Archimede di Siracusa (287-212 a.C.) sviluppò un algoritmo per approssimare π per via geometrica, determinandone i limiti inferiore e superiore attraverso poligoni (ben 96 lati!)



$$\frac{223}{71} < \pi < \frac{22}{7}$$

$$3.1208 < \pi < 3.1429$$



La (meta)fisica di π

Il calcolo di π fu rivoluzionato con lo sviluppo delle serie infinite nel XVI-XVII secolo in Europa (e prima in India)



Francois Viète nel 1593

$$\frac{2}{\pi} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2+\sqrt{2}}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2+\sqrt{2+\sqrt{2}}}}{2} \dots$$



John Wallis nel 1655

$$\frac{\pi}{2} = \frac{2}{1} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{6}{7} \cdot \frac{8}{7} \cdot \frac{8}{9} \dots$$

La (meta)fisica di π

Le serie infinite per il calcolo π convergono in maniera diversa. Le serie che convergono più rapidamente riducono la quantità di calcoli necessaria a stimare π con accuratezza arbitraria: più termini si aggiungono e più ci si avvicina a π



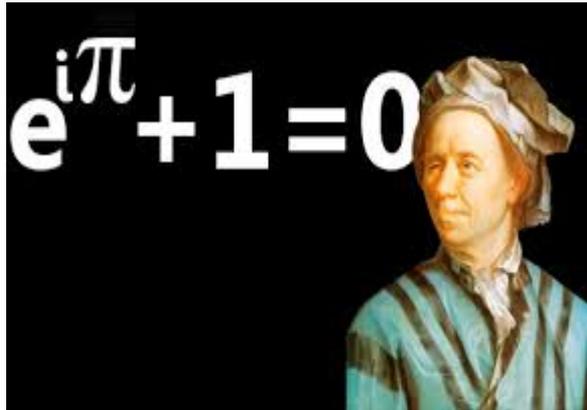
Serie di Gregory-Leibniz

$$\pi = \frac{4}{1} - \frac{4}{3} + \frac{4}{5} - \frac{4}{7} + \frac{4}{9} - \frac{4}{11} + \frac{4}{13} \dots$$

La (meta)fisica di π

Il simbolo π , che proviene dalla lettera greca iniziale di «perimetro», fu introdotto dal gallese William Jones nel 1706.

Il suo uso sistematico si diffuse grazie all'opera dell'influente matematico e fisico illuminista Leonardo Eulero (1707-1783)

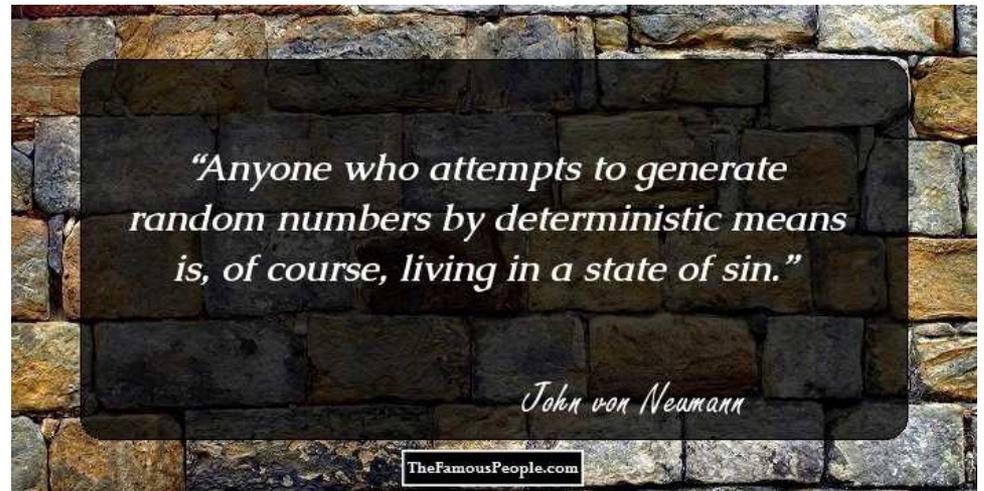
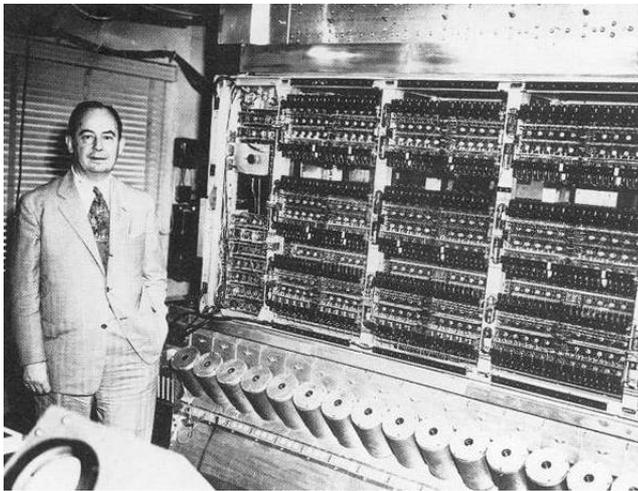


«Per brevità scriveremo questo numero π ; così π è uguale a metà della circonferenza di un cerchio di raggio 1» (Eulero 1748)

La (meta)fisica di π

Nel XX secolo con l'avvento di computer con enorme potenza di calcolo si ha una nuova rivoluzione nella stima di π .

Nel 1949 John von Neumann determinò 2,037 cifre grazie al computer ENIAC. Oggi si è arrivati a oltre 1 milione di cifre!!!

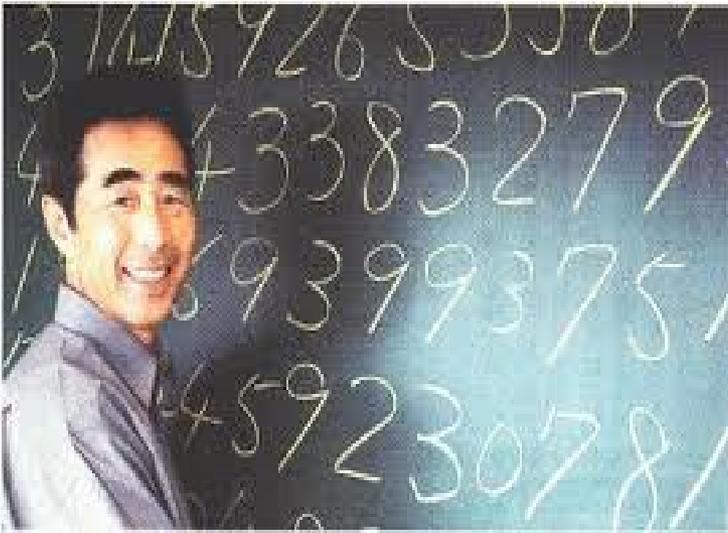


La (meta)fisica di π

- π è un numero **irrazionale**:
non può essere espresso come frazione di numeri interi.
Quindi la sua espansione non ha termine e non è periodica
- π è un numero **trascendentale**:
non è soluzione di alcuna equazione di forma polinomiale.
Ciò implica l'impossibilità della quadratura del cerchio

La (meta)fisica di π

Akira Haraguchi detiene il record (non-ufficiale) di memorizzazione di cifre di π dopo la virgola, avendo recitato nel 2016 ben 100000 cifre in 16 ore



La (meta)fisica di π

π ha una definizione precisa, ma è possibile darne solo un'espressione numerica approssimata! (\rightarrow Prof. Secchi)

Tuttavia, π permette di costruire enunciati matematici ben definiti con svariate applicazioni in fisica! (\rightarrow Prof. Zani)

PROBLEMA FILOSOFICO (\rightarrow Prof.ssa Chiodo)

Come è possibile???
E cosa ci insegna la natura di π ?



La (meta)fisica di π

$$\pi = 3,14$$

1592653589793238462643383279502
8841971693993751058209749445923
0781640628620899862803482534211
70679... (prime cento cifre dopo la virgola)

La (meta)fisica di π

π = costante matematica **astratta**
(non deriva da misure fisiche),
irrazionale e **trascendente**

La (meta)fisica di π

Perché?

La (meta)fisica di π

Può aiutarci... la **filosofia!**

La (meta)fisica di π

I caratteri distintivi del pensiero europeo sono:
l'**astrazione** (dopo avere analizzato)
e l'**idealizzazione**

La (meta)fisica di π

Con una scommessa audace:
se astraiamo e idealizziamo,
allora **conosciamo** meglio la **realtà presente**
e **prevediamo** meglio la **realtà futura**

La (meta)fisica di π

Che cosa significa **astrarre**?

La (meta)fisica di π

Astrarre =

in un insieme di cose (sia concrete sia astratte),

buttare il variabile

e **tenere** l'invariabile

La (meta)fisica di π

Che cosa significa **idealizzare**?

La (meta)fisica di π

Idealizzare =

a partire dall'invariabile che abbiamo astratto,
togliere qualcosa o aggiungere qualcosa,

cioè **perfezionare...**

attraverso una **falsificazione!**

La (meta)fisica di π

Il risultato dell'idealizzazione
è il **modello**, che è...
una falsificazione della realtà,
ma anche il nostro strumento migliore
di conoscenza e di previsione
della realtà!

La (meta)fisica di π

Modello (europeo, occidentale) =
l'**universale (ideale)** vale
per qualsiasi particolare (reale)

La (meta)fisica di π

(Viceversa, in altre culture,
l'idealità astratta, che è il modello perfetto
della realtà concreta, non è stata pensata:
c'è una sorta di catalogo di casi già dati)

La (meta)fisica di π

Ernst Cassirer (*Sostanza e funzione*):
«le universali forme seriali offrono la possibilità
di comprendere e di dominare logicamente
ogni ordine del campo empirico»

La (meta)fisica di π

L'esempio geniale di Descartes:
nel piano cartesiano

la discontinuità dello spazio (fisico)
è risolta attraverso la continuità dei numeri

La (meta)fisica di π

Grazie!