



RISORSE DIDATTICHE.



[ResearchGate Project](#) By ... 0000-0001-5086-7401 & [lnkd.in/erZ48tm](https://www.linkedin.com/in/erZ48tm)



.....



.....

Pi greco day

Nei Paesi anglofoni, la data si scrive antepoendo il numero del mese a quello del giorno. Pertanto il 14 marzo risulta così scritto 3.14. E' stato naturale associare al numero π questa data e dare così origine al **π -day**.

L'idea è venuta a un fisico americano, Larry Shaw, che nel 1988, a San Francisco, ha pensato di trasformare il 14 marzo in una festa di π e di tutta la matematica.

Nel 2009 la popolarità è aumentata poiché il presidente Obama l'ha utilizzata come mezzo simpatico per incoraggiare i giovani allo studio della matematica.

Quest'anno l'Unesco, su proposta dell'International Mathematical Union, ha proclamato il 14 marzo *"Giornata Mondiale della Matematica"*.

Seguitemi in questo breve excursus della storia del π :



Archimede considera due poligoni di 96 lati, uno inscritto e uno circoscritto a una circonferenza. Trova così che il rapporto tra lunghezza di una circonferenza e lunghezza del suo diametro (il numero che verrà poi chiamato π) è compreso tra **3,1408** e **3,1428**. Le sue prime cifre sono comunque **3,14**.



Il matematico e astronomo greco **Apollonio di Perga**, utilizzando il metodo di Archimede, trova un risultato **più preciso**. Le prime cifre di quello che sarà chiamato π diventato **3,14167**. Sono esatte le prime tre cifre dopo la virgola: **3,141**



Con i matematici arabi le cifre corrette dall'approssimazione aumentano:

3,1415.

Nasce la **parola algebra** che, con il significato di "riaggiustare" e "ristabilire l'equilibrio di un'equazione", compare nel titolo di un'opera di **Al-Khwarizmi**, il primo importante matematico del mondo islamico,



Fibonacci è il nome con cui veniva chiamato Leonardo Pisano. Viene a conoscenza della matematica araba seguendo il padre e il suo lavoro nel Nord Africa. Tornato in Italia nel 1202 pubblica il **Liber Abaci**. È il primo matematico europeo. Con Fibonacci il nostro continente scopre il pi greco.



François Viète è un avvocato e politico francese che occupa un posto importante nella storia dell'algebra e del suo linguaggio. Nella nostra storia si inserisce per l'introduzione di un **metodo analitico** che va oltre l'approccio geometrico usato da Archimede con i poligoni inscritti e circoscritti in una circonferenza.

1615



Il matematico olandese **Ludolph van Ceulen** trova per il nostro numero un valore corretto fino alla 32.esima cifra dopo la virgola. Si identifica a tal punto con il “suo” risultato - in alcune nazioni del centro Europa si parla di “numero di Ludolph”- che vuole che le cifre trovate siano riportate sulla sua tomba.

1687



Newton pubblica i *Principia*, uno dei testi-chiave **nella nascita dell’analisi infinitesimale**. Il calcolo delle derivate è basato principalmente sullo sviluppo in serie di una funzione. È proprio dalla conoscenza di questi sviluppi che Newton arriva a calcolare correttamente le prime quindici cifre decimali di pi greco.

1737



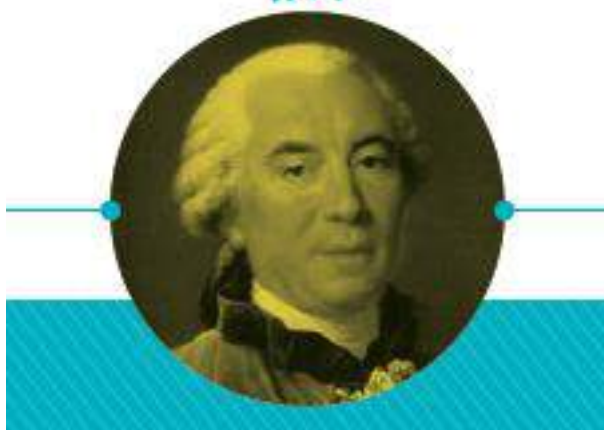
Nasce π !, il simbolo con cui è universalmente non il rapporto tra circonferenza e suo diametro. Diventa ufficiale dopo il “battesimo” da parte del matematico svizzero **Eulero**. La lettera dell’alfabeto greco rimanda alle parole *periferia* o *perimetros* oppure è un omaggio a Pitagora.

1761



Il matematico svizzero **J.H. Lambert** dimostra l'irrazionalità di π . Il nostro numero non è razionale, cioè non si può scrivere con un numero finito di cifre dopo la virgola e la sua rappresentazione decimale, **infinita**, non contiene blocchi di cifre che si ripetono tali e quali periodicamente.

1777



Con l'ago di **Buffon** pi greco entra anche in campo probabilistico. Un ago di lunghezza l viene lanciato su un piano lastricato di rette parallele, distanti d l'una dall'altra. Ci si chiede quale sia la probabilità che l'ago cada intersecando una di queste rette. Sorprendentemente, ritrova π : la probabilità è $l/\pi d$

1882



Nel 1882 il matematico tedesco **F.von Lindemann** ha provato che π è un numero irrazionale **trascendente**, vale a dire non è neppure radice di un'equazione algebrica a coefficienti razionali.



In occasione del π -day, la giapponese **Emma Haruka Iwao** ha stabilito il nuovo record di cifre conosciute di π : sono **31 trilioni di cifre!** Le sono state necessarie 25 macchine virtuali che hanno lavorato insieme per 4 mesi.

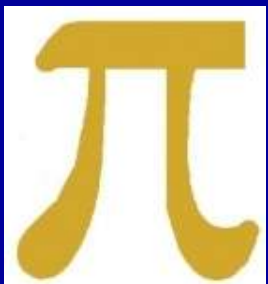
Pi Day giornata dedicata al 3,14

Il 14 marzo non è un giorno qualunque per gli appassionati di matematica.

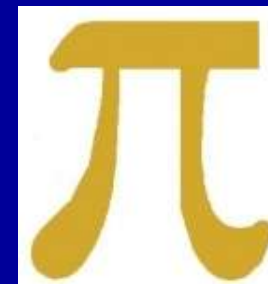
Secondo la convenzione anglosassone di anteporre il mese, la data si scrive 3.14, numeri che corrispondono alle prime tre cifre della costante matematica più famosa, il Pi greco.

Fisici e matematici di tutto il mondo hanno scelto questo giorno, ribattezzato PiDay, per renderle omaggio e per avvicinare, tramite iniziative ed eventi, il pubblico meno appassionato allo studio delle scienze.





Pi Day “Matematica in festa”



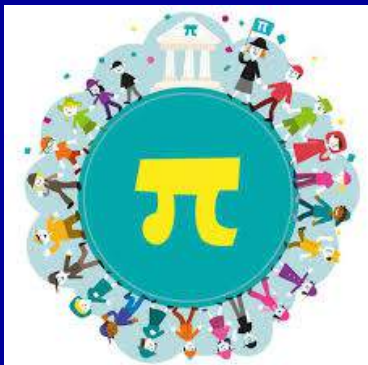
La festa è stata inventata dal fisico statunitense Larry Show che nel 1988 organizzò, per la prima volta, la giornata all'Exploratorium di San Francisco (museo scientifico interattivo) guadagnandosi l'appellativo di Principe del Pi Greco.

Durante la prima giornata organizzata in onore del Pi greco, lo staff dell'Exploratorium di San Francisco e gente comune hanno marciato solennemente intorno a un edificio circolare della struttura, per poi passare alla degustazione di crostate di frutta e torte rotonde preparate per l'occasione e decorate con un bel 3,14.

Un motivo c'è: in inglese “Pi” si pronuncia “pai”, nello stesso modo di “pie”, che vuol dire torta.

Ancora oggi è rimasta la tradizione di preparare questo tipo di dolci per festeggiare.



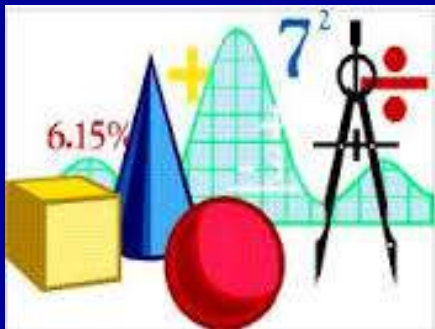


Pi Day Festa Nazionale negli Stati Uniti

La Risoluzione H.RES.224 della Camera dei Rappresentanti degli Stati Uniti d'America, del 12 marzo 2009, riconosce March, 14 come giornata ufficiale per celebrare Pi greco e l'allora Presidente Obama proclama il Pi Day Festa Nazionale.



Tra le motivazioni il riconoscimento del ruolo cruciale rivestito dalla matematica e dalle scienze nella formazione dei ragazzi, ma anche la necessità di incoraggiare l'attitudine dei più giovani verso queste discipline e l'urgenza di rinforzare le conoscenze scientifiche degli studenti delle scuole di ogni ordine e grado per aiutarli ad affrontare meglio le sfide dell'economia del 21-esimo secolo.



W la Matematica

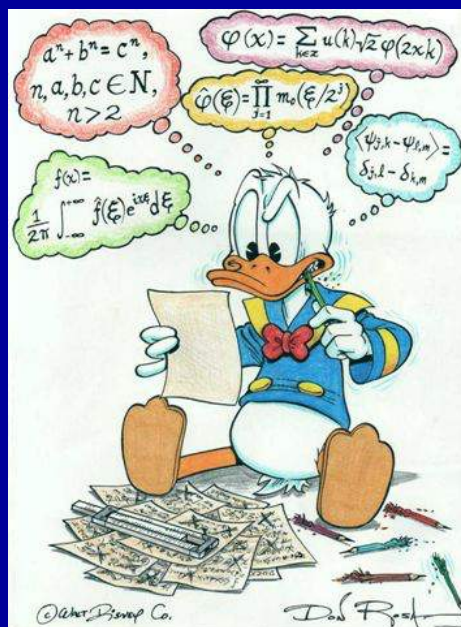


I docenti delle scuole sono invitati a vivere il Pi Day come occasione per “incoraggiare i giovani verso lo studio della matematica”.

Senza timori



Con adeguato impegno



Con entusiasmo



14/03/2017

prof.ssa Emanuela Tringali

L'affascinante serie di numeri

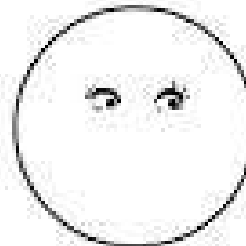
π

3,14159265358979323846264
338327950288419716939937510582
09749445923078164062862089986280348253421
1706798214808651328230664709384460955058223
1725359408128481117450284102701938521105559644622948954930
381964428810975665933446128475648233786783165271201909145648
566923460348610454326648213393607260249141273724587006606315588174
881520920962829254091715364367892590360011330530548820466521384146951941511
6094330572703657595919530921861173819326117931051185480744623799627495673518857527
24891227908183011949129833673362440656643086021394946395224737190702179860943702770539217176293176752384
674818467689405132080581271452635688277857713427577896091736371787214684409012349534301465495853710507922796892589
23543015956112129021960864034401159813629774071369960518701211340999990272970549511097317320000001410932442941234500000204232288021140000012

Che cos'è il Pi greco

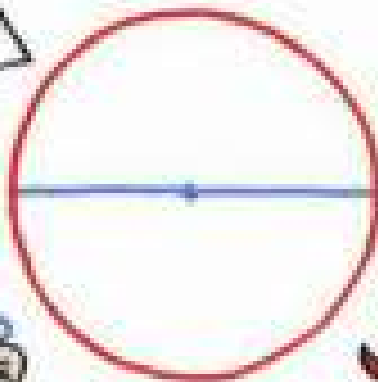
CONFESSA:
CHE
RAPPORTO
C'E' TRA
VOI DUE?

E'
DIFFICILE
DA
SPIEGARE...



π

THIS IS A
CIRCLE!



π

THE LENGTH OF THE **RED** LINE IS: THE
LENGTH OF THE **BLUE** LINE TIMES 3.14159265358979...

THIS NUMBER
IS CALLED

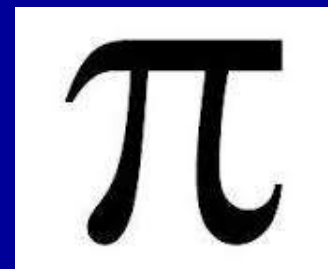
PI
OR: π

THE **BLUE** LINE IS
THE DIAMETER!

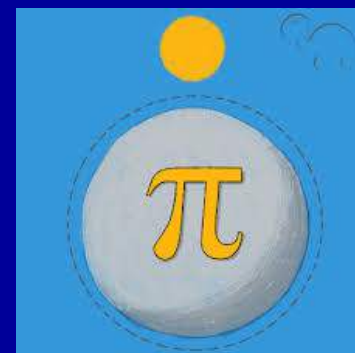
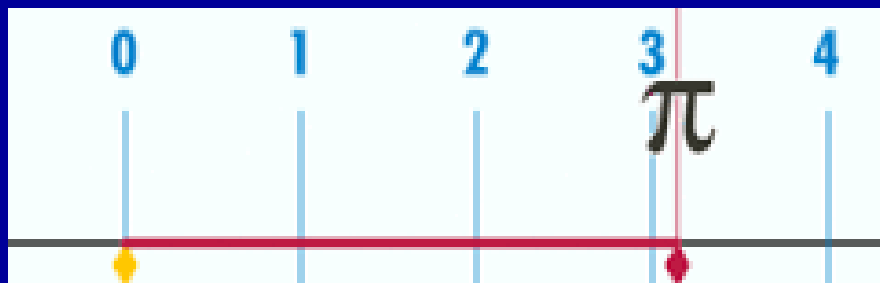
AND **RED** IS THE
CIRCUMFERENCE!

ITS DIGITS GO ON
INFINITELY AND NEVER
BECOME A PERMANENT
REPEATING PATTERN.

Perché questo simbolo?



π è la prima lettera di περίμετρος (perimetros) che, in greco, significa «misura attorno» e nell'antichità veniva utilizzata per indicare il perimetro della circonferenza.



Nel 1706 il matematico inglese **William Jones** pubblicò la sua opera “A New Introduction to Mathematics” e utilizzò il simbolo π , in onore di Pitagora (la cui iniziale è appunto π) per indicare la costante che in geometria piana scaturisce dal rapporto fra il perimetro e il diametro di un cerchio. La notazione diventò di uso comune dopo che la utilizzò Eulero.

Quante cifre ha pi greco?

C'è un modo per
calcolare il pi greco (π)?



Un numero affascinante

I tentativi di comprendere la natura del π hanno impegnato moltissimi matematici. Nel 1767 da J.H. Lambert (1728-1777) dimostrò che π era un numero irrazionale. Gli irrazionali sono numeri reali che non possono essere scritti come quoziente di due numeri interi. Già Pitagora aveva mostrato che numeri come le radici quadrate di 2 e di 3 sono irrazionali, ma si dovette attendere Lambert nel diciottesimo secolo per avere la dimostrazione dell'appartenenza di π a tale categoria. In questo modo Lambert garantiva che il computo dei suoi decimali non avrebbe mai avuto fine.

Come se non bastasse, nel 1882 F. Lindemann dimostrò che π non solo era irrazionale, ma anche trascendente. Un numero si dice trascendente se non è algebrico: se non è soluzione, cioè, di nessuna equazione polinomiale a coefficienti interi. Un punto fondamentale è che nessun numero trascendente può essere costruito con riga e compasso. Il merito di Lindemann fu dimostrare che π è un numero trascendente. In altre parole, π non è algebrico e perciò non è neppure costruibile. La scoperta di Lindemann dimostrò insomma che la quadratura del cerchio, un problema che aveva occupato i matematici dall'epoca di Ippocrate fino ai tempi moderni, era una causa persa.

Un numero affascinante

La storia di π ci permette anche di parlare di uno dei più importanti matematici di questo secolo, S. Ramanujan (1887-1920). Nelle teorie di Ramanujan si trova un'anticipazione del metodo che sta alla base dei più recenti calcoli di π , anche se per applicarlo concretamente si è dovuta attendere la messa a punto di algoritmi efficienti, di moderni super calcolatori e di nuovi modi per moltiplicare numeri. A distanza di quasi ottant'anni, scienziati e matematici sono ancora impegnati a studiare le affascinanti equazioni di questo genio, applicandole a problemi quotidiani e usandole per generare altri algoritmi, progettati per essere applicati in modo efficiente dai computer. Queste sono equazioni iterative che permettono di reintrodurre nella formula i risultati del calcolo per avere un'approssimazione migliore. I risultati sono incredibili perché ogni volta che si fa girare l'algoritmo si può raddoppiare o quadruplicare il numero delle cifre rilevanti. Ramanujan, come la maggior parte dei matematici, non poté resistere alla tentazione di esplorare π , e le sue grandi intuizioni permisero notevoli progressi nello studio del numero.

Le cifre di π si susseguono all'infinito in modo del tutto casuale. Al di là del gusto di stabilire un certo tipo di record, potrebbe sembrare che il tentativo di calcolare milioni di posti decimali del numero sia del tutto ozioso. Trentanove cifre di π sono sufficienti per calcolare la circonferenza di un cerchio che racchiuda l'intero universo noto, con un errore non superiore al raggio di un atomo di idrogeno. E' difficile immaginare situazioni fisiche che richiedano un numero maggiore di cifre. Il calcolo di π però serve come misura della raffinatezza e dell'affidabilità dei calcolatori. Inoltre, la ricerca di valori sempre più precisi di π porta i matematici a scoprire risvolti inattesi e interessanti della teoria dei numeri. Infine la curiosità di conoscere il perché della sua esistenza spinge a continue ricerche nel tentativo di svelare alcuni dei misteri che circondano π , una costante universale ancora non ben conosciuta nonostante la sua natura relativamente elementare.



Gli Egiziani



Le prime approssimazioni di π greco provengono dagli Egizi.

Nel papiro di Rhind, risalente al 1650 a.C. viene calcolata l'area di un cerchio con un diametro di 9 unità ponendola uguale a quella di un quadrato con il lato di 8 unità. Ciò implica un valore di π greco pari a circa 3,16.

Infatti:

$$A_q = 8^2 = 64 \quad A_c = \pi r^2 = \pi \left(\frac{9}{2}\right)^2 = 20,25\pi$$

Poiché le due aree devono risultare uguali si ha:

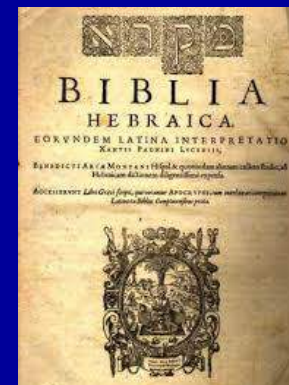
$$64 = 20,25\pi \Rightarrow \pi \approx 3,16$$



Gli Ebrei

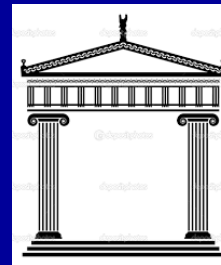


La Bibbia ci fornisce informazioni molto chiare sul valore Π raggiunto dagli antichi ebrei. Nell'Antico Testamento, I Re, 7:23, leggiamo a proposito dell'altare costruito nel tempio di Salomone: “Poi fece il mare fuso: dieci cubiti da una sponda all'altra cioè completamente rotondo; la sua altezza era di cinque cubiti e una corda di trenta cubiti lo circondava all'intorno”. Questo passo (che è quasi identico a II Cronache, 4:2) indica che il rapporto della circonferenza al diametro è 3; esso fu scritto probabilmente intorno al VI secolo a.C. (anche se descrive il tempio costruito nel X secolo a.C.).





I Greci



Il primo pensatore greco a tentare di trovare un rapporto definitivo fra un cerchio e un quadrato fu **Anassagora di Clazomene** (500-428 a.C.). La quadratura del cerchio fu uno dei problemi matematici più antichi.

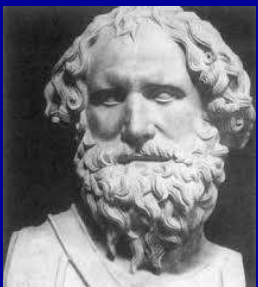
Poco tempo dopo **Antifonte** e **Brisone** di Eraclea, contemporanei di Socrate (469-399 a.C.), tentarono di trovare l'area di un cerchio usando una brillante nuova idea: il principio di esaustione. Considerando un esagono e raddoppiando ripetutamente i suoi lati lo si trasforma prima in dodecagono e poi in un poligono con un numero di lati tanto grande da approssimarsi ad un cerchio.

Prima **Antifonte** stimò l'area di un cerchio, calcolando l'area dei successivi poligoni - dal numero di lati sempre maggiore - in esso inscritti.

Poi **Brisone** fece un secondo passo rivoluzionario, calcolando le aree di due poligoni, uno inscritto nel cerchio e l'altro ad esso circoscritto. Egli ipotizzò che l'area del cerchio dovesse essere compresa fra le aree dei due poligoni: questa fu probabilmente la prima volta che si determinò un risultato usando limiti inferiori e superiori.

Un paio di secoli dopo, la sfida fu ripresa dal siracusano **Archimede** (287- 212 a.C.) uno fra i massimi pensatori della storia, straordinario matematico, fisico e inventore.

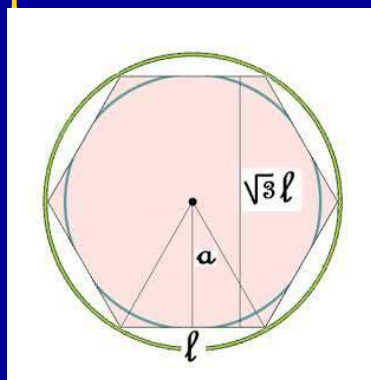
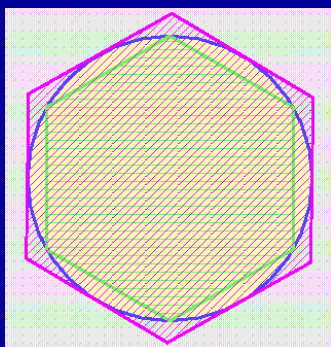
prof.ssa Emanuela Tringali



Archimede



Archimede usò nei suoi calcoli i metodi di esaustione di Antifonte e Brisone. Si concentrò però sui perimetri dei due poligoni anziché sulle loro aree, trovando così un'approssimazione alla circonferenza del cerchio.



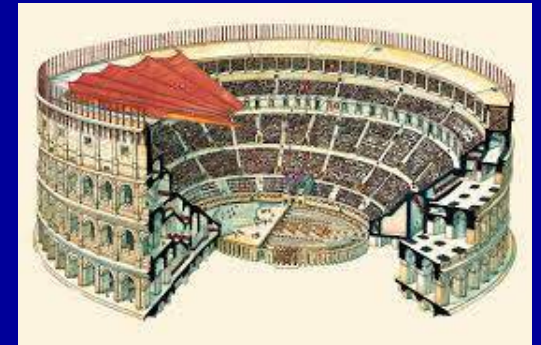
$$A = \frac{Pa}{2} \quad 3 + 10/71 < \pi < 3 + 1/7$$

Egli raddoppiò quattro volte i lati di due esagoni, ottenendo due poligoni di 96 lati, di cui calcolò i perimetri. Successivamente rese pubbliche le sue scoperte nel libro “Misura del cerchio”.

“La circonferenza di ogni cerchio è tripla del diametro, più una parte minore di un settimo del diametro e maggiore di dieci settantunesimi”. Archimede sapeva di poter descrivere solo i limiti superiore e inferiore del rapporto, ma se si fa una media dei due valori si ottiene 3,1419, con un errore di meno di tre decimillesimi del valore reale.



I Romani



Al culmine del loro impero (27 a.C.- 476 d.C.), i romani usarono spesso per π il valore di $3 \frac{1}{8}$ (pur sapendo che $3 \frac{1}{7}$ era più esatto), perché per le loro legioni era più facile usare $\frac{1}{8}$ (che è una metà di una metà di una metà). In effetti, un trattato romano di agrimensura contiene addirittura le seguenti istruzioni per la quadratura del cerchio: "Dividi la circonferenza di un cerchio in quattro parti e prendine una come lato di un quadrato; questo quadrato avrà l'area uguale al cerchio". Ciò implica che $\pi=4$. Conoscendo queste cose, ci sorprende che i romani abbiano potuto costruire i loro grandi monumenti.



I Cinesi



Nel II secolo d.C. **Ch'ang Hong**, ministro e astrologo dell'imperatore **An-ti**, prima di morire, nel 139, scrisse che il quadrato della circonferenza di un cerchio sta al quadrato del perimetro del quadrato circoscritto come 5 sta a 8. Usando un cerchio unitario (un cerchio con diametro pari a 1), abbiamo che $\pi /16 = 5/8$, cosicchè eseguendo il calcolo troviamo che il valore implicito di π è circa 3,162. Pur essendo tutt'altro che esatto, il valore $\sqrt{10}$ divenne per molti anni l'approssimazione più popolare per π in tutta l'Asia. **Wang Fau** (229-267) adottava per π il valore di 3,156. **Liu Hui**, nel 263, usando il metodo di esaustione con un poligono di 3072 lati, trovò per π il valore di 3,1416.

L'astronomo del V secolo **Tsu Ch'ung-chih**, usando poligoni inscritti di almeno 24.576 lati (con ogni probabilità partì da un esagono e ne raddoppiò il numero dei lati undici volte: 6×2), dedusse che π vale approssimativamente $355/113$ (circa 3,1415929). Questo valore differisce di solo 8 milionesimi del 1% dal valore oggi accettato di 3,141592653589... Nessuno avrebbe trovato un valore più esatto per oltre mille anni.





Gli Indiani



Attorno al 530 d.C. il grande matematico indiano **Aryabatha** trovò un'equazione per calcolare il perimetro di un poligono di 384 lati; ne ricavò un rapporto fra circonferenza e diametro di $\sqrt{9,8684}$ ($= 3,1414$).

Scrisse Aryabatha che se a è uguale al lato di un poligono regolare di n lati inscritto in un cerchio di diametro unitario, e b è il lato di un poligono regolare inscritto di $2n$ lati, allora $b = \sqrt{1/2 - 1/2\sqrt{1-a}}$. Questa è l'equazione usata per trovare il suo ben noto valore di π .



Gli Indiani



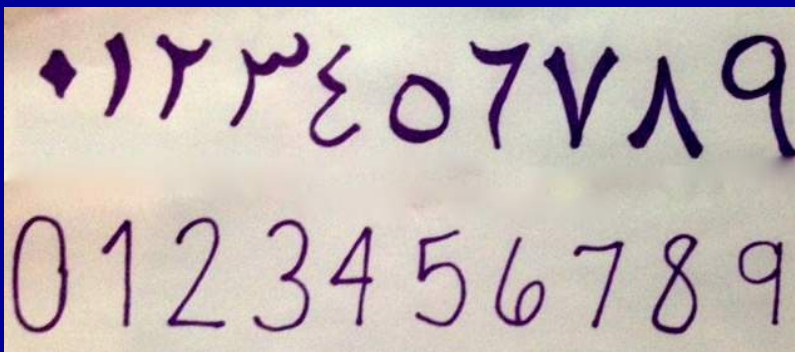
Il più grande matematico indiano del VII secolo, **Brahmagupta** calcolò i perimetri dei poligoni inscritti di 12, 24, 48 e 96 lati, ottenendo, rispettivamente, i valori di $\sqrt{9,65}$, $\sqrt{9,81}$, $\sqrt{9,86}$, $\sqrt{9,87}$. Poi, armato da questa informazione, fece un salto di fede supponendo che, all'approssimarsi dei poligoni al cerchio, i perimetri, e quindi il π , si sarebbero approssimati a $\sqrt{10}$. Era, ovviamente, del tutto in errore. Appare strano che non si sia reso conto che le sue radici quadrate stavano convergendo verso un numero significativamente minore di 10 (in effetti il quadrato di π è solo di poco maggiore di 9,8696). La radice quadrata di 10 fu tuttavia il valore da lui adottato, e fu il valore che si diffuse dall'India all'Europa, e che fu usato nel Medioevo dai matematici di tutto il mondo, forse anche grazie al fatto che è così facile da trasmettere e da ricordare.



Gli Arabi



Nel IX secolo, matematica e scienza stavano prosperando nelle culture islamiche, specialmente nell'attuale Iraq, dove viveva e insegnava uno dei più grandi matematici, **Abu 'Abd-Allah ibn Musa al-Khwarizmi**. Nelle sue opere usò per il π i valori di $3 \frac{1}{7}$, $\sqrt{10}$ e $62.832/20.000$, attribuendo il primo ai greci e gli altri due a matematici indiani. Fatto più importante, nei suoi scritti usò le cifre indiane, successivamente note anche come arabe, compresi lo zero e la virgola dei decimali.



14/03/2017

ringali





Medioevo



Nel 1202 **Leonardo Pisano (Fibonacci)** scrisse il Liber abaci , che contribuì alla diffusione in Europa dei numerali arabi e nel 1220, nella Practica geometriae, Fibonacci usò il valore approssimato di π di $1440/ (458 \frac{1}{3})$ o di $864/275$ (circa 3,1418).

Il filosofo **Alberto di Sassonia** (1316-1390) scrisse nel “De quadratura circuli” che il rapporto della circonferenza al diametro era esattamente $3 \frac{1}{7}$.

Alla metà del Quattrocento il cardinale **Niccolò Cusano** affermò di avere quadrato esattamente il cerchio, trovando che il rapporto della circonferenza al diametro era di 3,1423. Il suo metodo sarebbe stato in seguito dimostrato falso da **Regiomontano (Johannes Muller, 1436-1476)**.



Medioevo



Nel 1579 **Viète** usò il metodo di esaustione di Archimede per stabilire che π era maggiore di 3,1415926535 e minore di 3,1415926537. Per ottenere questo risultato raddoppiò i lati di due esagoni sedici volte, trovando il perimetro dei poligoni, inscritto e circoscritto, di 393.216 lati ciascuno. Ma benché il suo valore, esatto fino alla decima cifra decimale, fosse la misurazione di π più esatta ottenuta fino allora, la conquista maggiore di **Viète** fu quella di esprimere π usando, forse per la prima volta, un prodotto infinito. Anche tre matematici olandesi del tardo cinquecento usarono il metodo archimedeo dei poligoni per calcolare π .

Nel 1585 **Adriaan Anthonisz** trovò che $333/106 < \pi < 377/120$ In notazione decimale, ciò significa $3,14151 < \pi < 3,14167$. Otto anni dopo **Adriaan van Roomen** determinò π fino al quindicesimo decimale, usando in poligono inscritto con più di cento milioni di lati!

Infine, **Ludolph van Ceulen** con lo stesso metodo di Archimede, dedicò tutta la sua vita alla ricerca del valore più preciso di π greco usando poligoni con più di 32 miliardi di lati. Van Ceulen calcolò ben 35 cifre decimali che, nel 1610, data della sua morte, vennero incise sulla sua tomba nella chiesa di San Pietro a Leida.

Dal 1600 al 1800

Nel 1621 il matematico olandese **Willebrord Snell** trovò un metodo alternativo al metodo di esaustione e invece di raddoppiare ogni volta il numero dei lati di un poligono usò lo stesso numero di lati e poté determinare che π è compreso fra 3,14022 e 3,14160. Usando un poligono di 96 lati, Snell riuscì a determinare il valore di π fino alla sesta cifra decimale e con un po' più di lavoro riuscì a verificare le 35 cifre decimali di van Ceulen. **Christian Huygens** inscrivendo semplicemente un triangolo riuscì incredibilmente a uguagliare l'approssimazione di Archimede per il valore di π con un esagono riuscì a determinare nove cifre decimali esatte, usando i limiti 3,1415926533 e 3,1415926538.

Il matematico inglese **John Wallis**, contemporaneo di Huygens, affrontò in modo nuovo il problema di trovare l'area di un cerchio. L'equazione di Wallis, come quella di Viète, è un prodotto infinito, ma ne differisce per il fatto di implicare solo operazioni razionali senza alcun bisogno di radici quadrate. Nel Seicento vissero molti altri grandi matematici come **Pascal**, **Keplero**, **Cavalieri**, **Fermat**. Ognuno di loro fornì un pezzo importante alla soluzione del rompicapo e si avvicinò all'importantissima innovazione del calcolo infinitesimale.

James Gregory trovò una soluzione estremamente elegante del calcolo delle arcotangenti, che condusse poi a un metodo completamente nuovo di calcolare π : le serie di arcotangenti. Tre anni dopo che Gregory ebbe trovato questa nuova soluzione, il tedesco **Leibniz** scoprì indipendentemente la serie di arcotangenti. **Leibniz** fu uno dei padri del calcolo infinitesimale.

Dal 1600 al 1800

L'altro padre fu **Newton** (1642-1727).

Per determinare il rapporto della circonferenza al diametro non bastavano più calcoli elementari. Il calcolo infinitesimale e le serie di arcotangenti permisero ai matematici di compiere calcoli molto più rapidi rispetto alla misurazione di poligoni; in effetti il calcolo di soli quattro termini di una delle serie di Newton dà 3,1416. Ben presto il vero problema divenne quello dell'efficienza: trovare un'equazione che convergesse su π con la massima rapidità. Alla fine del seicento, disponendo di questi nuovi strumenti, la ricerca delle cifre decimali di π fece un brusco salto in avanti. Nel 1699 **Sharp** trovò 72 cifre decimali; nel 1706 **Machin** 100 decimali; nel 1719 **de Lagny** calcolò 127 cifre (ma solo 112 erano corrette). Settantacinque anni dopo, **Vega** calcolò 140 cifre.

Poi, alla metà del settecento, rivolse per breve tempo la sua attenzione al calcolo di π uno fra i massimi e più prolifici matematici di tutti i tempi, **Leonhard Euler (Eulero)**.

Eulero trovò molte formule di arcotangenti e serie per calcolare π , usò un metodo per calcolare 20 cifre decimali in una sola ora. Dopo i brillanti passi avanti di Eulero, l'Ottocento sembra decisamente scarso se ci si limita a considerare i progressi compiuti nei metodi per il calcolo di π . In effetti, solo all'inizio del XX secolo un altro matematico avrebbe trovato un nuovo insieme di equazioni da applicare al problema. I cacciatori di cifre continuarono tuttavia a trovare un numero di cifre sempre maggiore: **Callet 152 (1837)**, **Rutherford 208 (1841)**, **Clausen 248 (1847)**, **Rutherford 440 (1853)**, **Shanks 607 (1853)**, **Shanks 707 (1873)**.



Il novecento



Nel 1945 **D.F. Ferguson** calcolò 530 cifre di π con una formula con arcotangenti. Questo risultato fu il frutto di un intero anno di lavoro con carta e penna, al ritmo medio di poco più di una cifra al giorno. Nel 1947 Ferguson, con l'aiuto di una delle prime calcolatrici da tavolo, aveva trovato 808 cifre di π . Nel 1948 **Smith e Wrench** trovarono la millesima cifra decimale di π . Nel 1949 **G. Reitwiesner, J. Von Neumann e N.C. Metropolis** usarono il computer Eniac, con 19.000 valvole e centinaia di migliaia di resistori e capacitori, per calcolare 2037 cifre di π . Questo calcolo richiese solo settanta ore con una media di una cifra ogni due minuti. Con l'avvento dei computer elettronici, nel 1954, si poté calcolare 3089 cifre in soli tredici minuti (circa 4 cifre al secondo). Nel 1958 le prime 704 cifre in soli 40 secondi., Le prime 10.000 cifre in un'ora e quaranta minuti. Nel 1961 con un Ibm 7090 furono trovate 100.265 cifre con un tempo medio di 3 cifre al secondo.



Il novecento



Nel 1973 **J. Guilloud** e **M. Bouyer** trovarono la milionesima cifra. Nel 1982 si trovò il valore di π fino all'8.388.608 ° (= 2) decimale in poco meno di sette ore. La combinazione di computer sempre più potenti e dell'algoritmo di **Gauss-Brent-Salamin** hanno lanciato i calcoli di π verso altezze stratosferiche. Ai giorni nostri, **Kanada e Takahashi** hanno calcolato e verificato più di 51 miliardi di cifre decimali di π , stabilendo un nuovo record mondiale.

Il fatto di conoscere un numero di cifre di π sempre maggiore non è di alcuna utilità in nessuna applicazione concreta che non sia quella di mettere alla prova un nuovo computer. Una migliore conoscenza della natura di π può invece rivelarsi importante per la comprensione della fisica, della geometria e della matematica.

COME RICORDARE LE CIFRE DI “Pi Greco”

Esistono diversi metodi per ricordarsi il numero non approssimato alle semplici tre cifre (3,14). I più curiosi sono senza dubbio quelli basati su alcune frasi dove la lunghezza di ogni parola corrisponde ad una cifra di Pi greco, ad esempio:

In Italiano:

Che n'ebbe d'utile Archimede da ustorì vetri sua somma scoperta? (prime 10 cifre di pi greco)

Oppure:

"Ave o Roma o Madre gagliarda di latine virtù che tanto luminoso splendore prodiga spargesti con la tua saggezza." (prime 19 cifre del numero pi greco: $p = 3.141592653589793238$)

In Francese:

Que j'aime a faire apprendre un nombre utile aux sages! Glorieux Archimede, artiste ingenieux, Toi, de qui Syracuse loue encore le merite!

In Inglese:

Now I - even I- would celebrate in rymes unapt the great immortal Syracusan
rivaled nevermore who in his wondrous lore passed on before left men his
guidance how to circles mensurate.



RICORDARE LE CIFRE DI PI GRECO

Da sottolineare la poesia di Poe che permette di memorizzare 740 cifre di Pi greco.

Questa è solo la prima strofa:

Poe, E. Near a Raven Midnights so dreary, tired and weary.
Silently pondering volumes extolling all by-now obsolete lore.
During my rather long nap - the weirdest tap!
An ominous vibrating sound disturbing my chamber's antedoor.
"This", I whispered quietly, "I ignore".
(continua...)

RICORDARE LE CIFRE DI PI GRECO

La poesia del Pi

3,141592653589793238462643383279502884197169399375105820974944592307816406286208
9986

Più o meno è forse Archimede il grande genio

*che trovò pensando soluzioni incerte disegnava con il suo
compasso gran cerchi su sabbia nuda per far imparare
con le formule gradevoli forme ... lo travolse gridando
ieri l'incredulo soldato e adesso piangiamo con amorevole
rimpianto lui fervido genio è! Amato studioso fu!*

*Studiando disegni fece progressi veri così saremo discepoli
di lui! Precoce studente o somaro vero!*

*Guarda ai postulati impara ma ... poliedri platonici ricordati
studiare dovrai*



Le prime 999 cifre di π

3.1415926535897932384626433832795028841971693993751058209749
44592307816406286208998628034825342117067982148086513282306
64709384460955058223172535940812848111745028410270193852110
55596446229489549303819644288109756659334461284756482337867
83165271201909145648566923460348610454326648213393607260249
14127372458700660631558817488152092096282925409171536436789
25903600113305305488204665213841469519415116094330572703657
59591953092186117381932611793105118548074462379962749567351
88575272489122793818301194912983367336244065664308602139494
63952247371907021798609437027705392171762931767523846748184
67669405132000568127145263560827785771342757789609173637178
72146844090122495343014654958537105079227968925892354201995
61121290219608640344181598136297747713099605187072113499999
98372978049951059731732816096318595024459455346908302642522
30825334468503526193118817101000313783875288658753320838142
06171776691473035982534904287554687311595628638823537875937
5195778185778053217122680661300192787661119590921642019...

Liceo scientifico "LUCIO PICCOLO"
Capo d'Orlando
Prof. S. Tullio Randazzo

Conoscere π tra astrazione e realtà

La costante matematica

π

Conoscere la costante matematica π è un punto di forza per conoscere meglio la realtà in cui viviamo.

- Per la costante è stata scelta la stessa lettera con cui iniziano i nomi di “Pitagora” e “Perimetro” in greco “Πυθαγόρας” ; “περίμετρος”.
- Una costante che esiste da sempre;
- Una costante con un'anima irrazionale;
- Una costante presente nella nostra realtà;
- Una costante che interviene per risolvere e ottimizzare modelli;
- Una costante Matematica

π

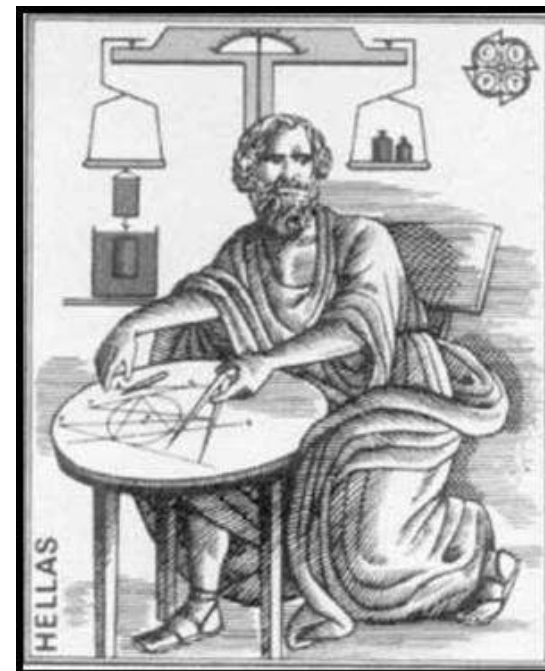
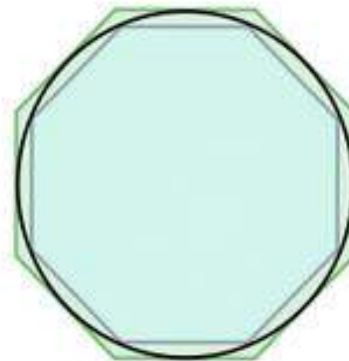
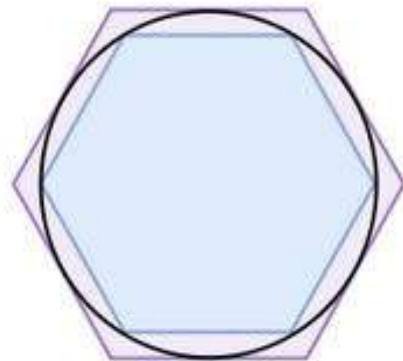
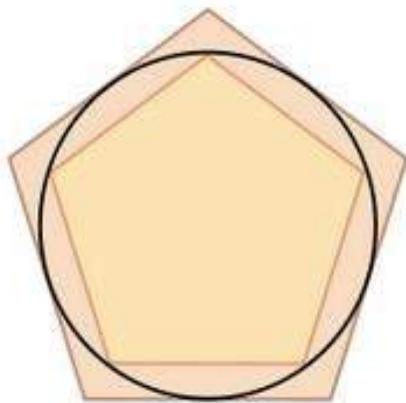
Una storia contemporanea da un cuore antico

Studio costante	Periodo	Autore/Riferimenti	Valore
Egitto	2000 a.c.	Papiro Rhind (1650)	3,16
Babilonia	2000 a.c.	Tavole di Susa	3,125
Grecia	434 a.c.	Anassagora	3,1
Siracusa	287 a.c.	Archimede	3,14
Cina	263	Lui Hui	3,141
Cina	500	Zu Chongzhi	6 cifre
Europa	1706	William Jones	Nasce il Simbolo π
Europa	1737	Eulero	Utilizza π
Europa	1882	Von Lindemann	π irrazionale
Stati Uniti	1947	F.Ili Chudnovsky	12 miliardi cifre
Stati Uniti	2013	Alexander Yee	12 miliardi cifre
Giappone	2013	Shigeru Kondo	12 miliardi cifre

π

ARCHIMEDE 287 a.c.

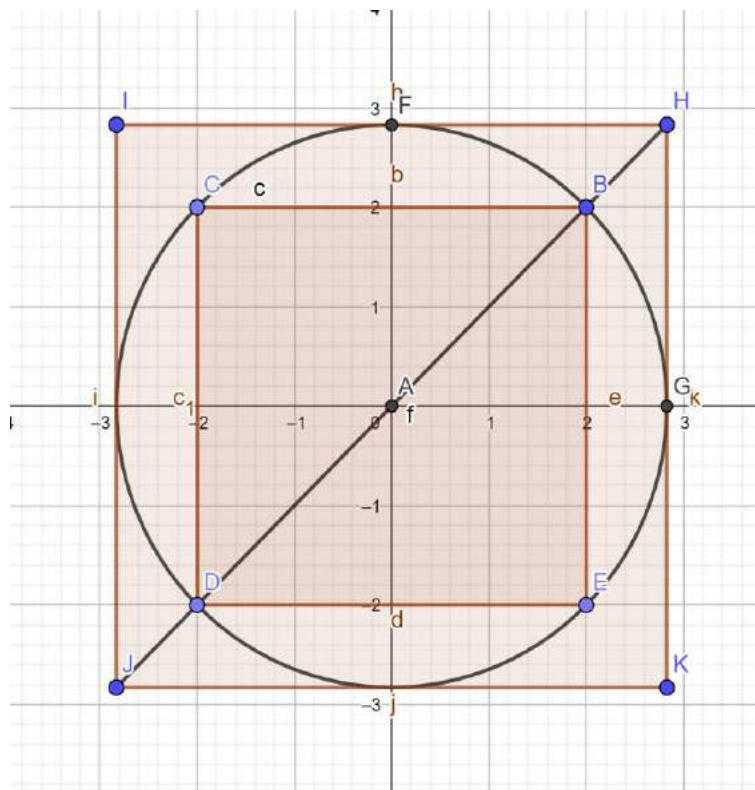
- Riprende il metodo di Esaustione (Eudosso di Cnido);
- Problema : risolvere la quadratura del cerchio;
- Idea : trovare l'area del cerchio \rightarrow costruzione del quadrato di uguale area.



π

Poligoni insritti e circosritti

Quadrato



$$l_i = \frac{\sqrt{2}}{2} ; l_c = 1$$

$$4l_i \leq C \leq 4l_c$$

$$2\sqrt{2} \leq \pi \leq 4$$

$$2,8 \leq \pi \leq 4$$

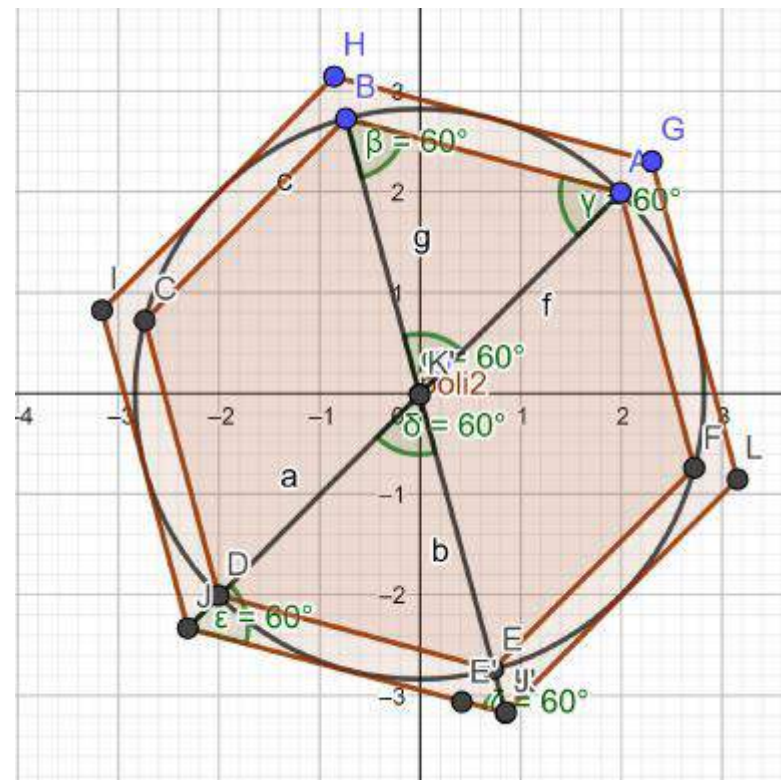
$$l_i = \frac{1}{2} ; l_c = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$6l_i \leq C \leq 6l_c$$

$$3 \leq \pi \leq 2\sqrt{3}$$

$$3 \leq \pi \leq 3,4$$

Esagono



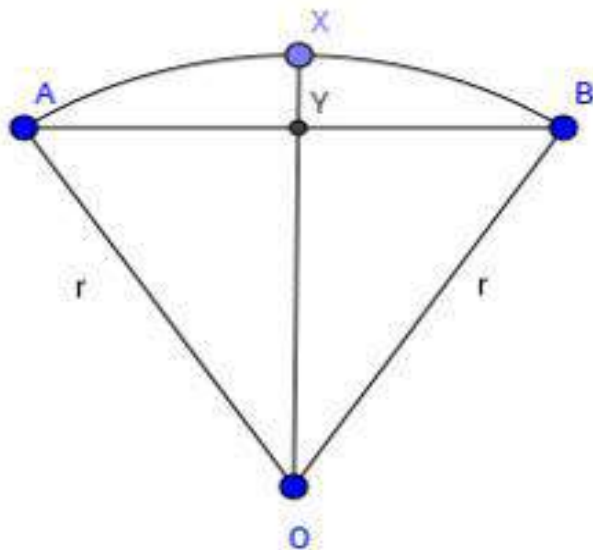
π

LIU HUI 263 Cina

L'idea di Liu Hui è quella di calcolare la costante considerando poligoni regolari inscritti con un numero di lati :

$$N = 3 \cdot 2^{n-1}$$

$$n = 3072$$

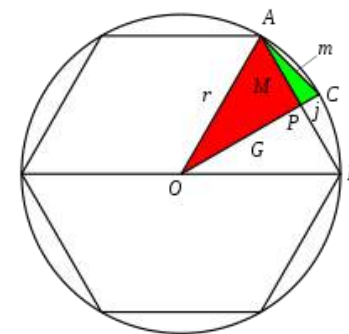


$$G^2 = r^2 - \frac{M^2}{4}$$

$$j = r - G = r - \sqrt{r^2 - \frac{M^2}{4}}$$

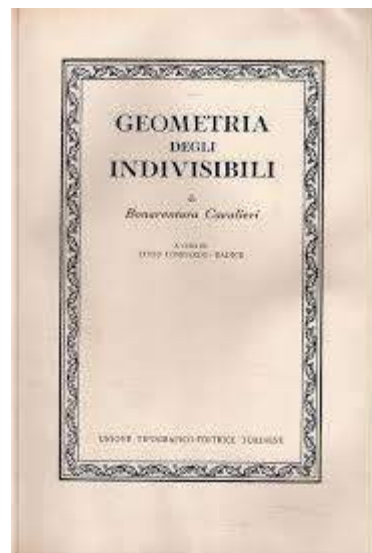
$$m^2 = j^2 + \sqrt{r^2 - \frac{M^2}{4}}$$

$$m = \sqrt{j^2 + \sqrt{r^2 - \frac{M^2}{4}}}$$



Il contributo del 1600 - Grandi scoperte -

“il metodo di Esaustione può funzionare come metodo empirico, ma non ha una dimostrazione rigorosa, ma va interpretato in chiave rigorosamente logica.”



Introduzione dei concetti di «limite» e di «serie»



*Bonaventura Cavalieri
Milano 1598*

π

La quadratura del cerchio

1882 Germania

Definizione: *quadrare un cerchio significa costruire un quadrato che abbia la stessa area di un dato cerchio.*

Ipotesi: *quadratura del cerchio utilizzando esclusivamente riga e compasso.*

Tesi: *è impossibile perché pi greco è un numero irrazionale.*

Dimostrazione: dobbiamo costruire la radice quadrata di pi greco (l'area del cerchio è pi greco per raggio al quadrato, quindi un quadrato con area pi greco per raggio al quadrato deve avere lato pari alla radice quadrata di pi greco) tale costruzione è impossibile utilizzando riga e compasso perché pi greco è un numero irrazionale (un numero irrazionale non può essere scritto come una frazione a/b con a e b interi e b diverso da 0).

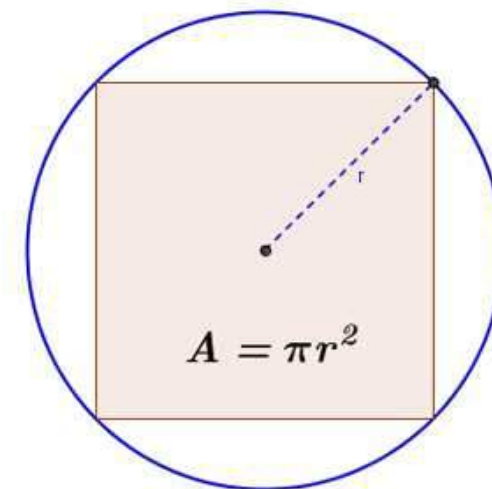


Ferdinand Von Lindemann

$$\pi r^2 = \frac{1}{2} l^2$$

$$\pi = \frac{l^2}{2r^2}$$

$$l = r\sqrt{2\pi}$$

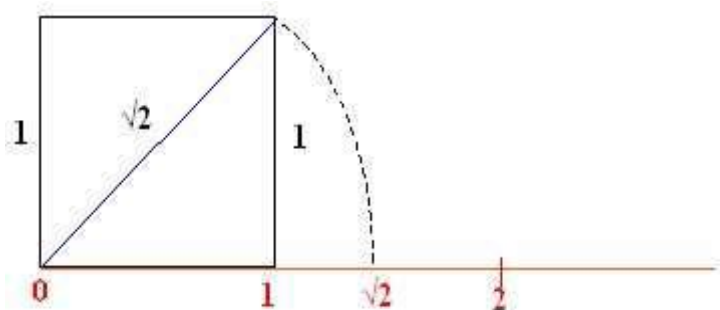


Il cerchio non è una figura quadrabile.

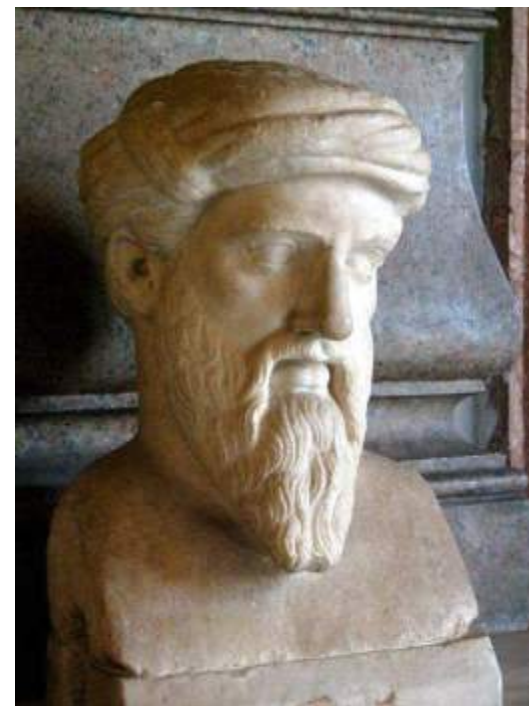
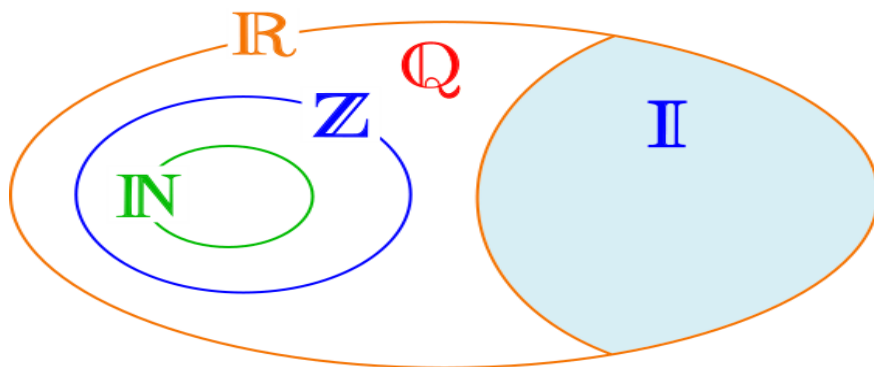
π

Gli Irrazionali

Un numero irrazionale (dal latino “ratio” ovvero rapporto) è un numero che non può essere espresso come rapporto tra due numeri interi



Problema di Ippaso
500 a.c.



Copia di un busto del I sec a.C.
raffigurante Pitagora

π

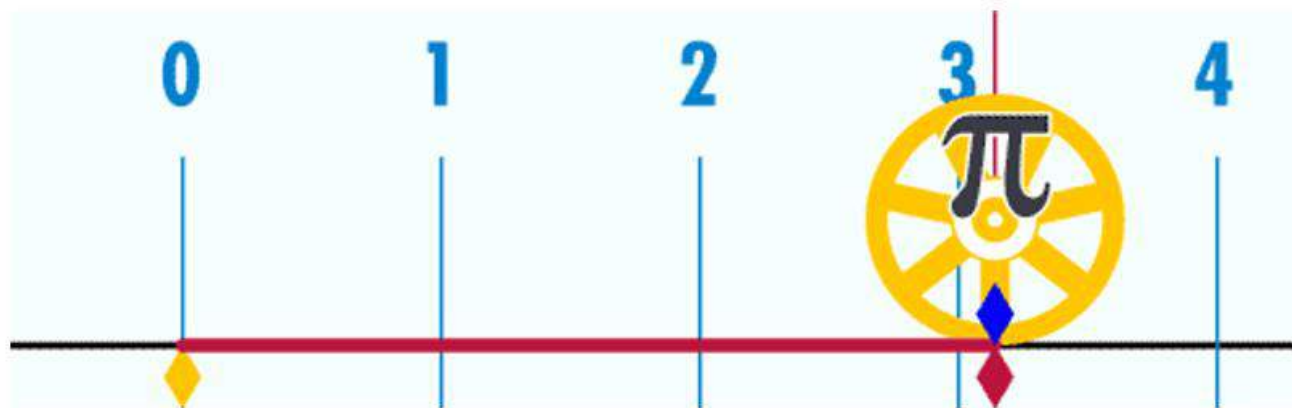
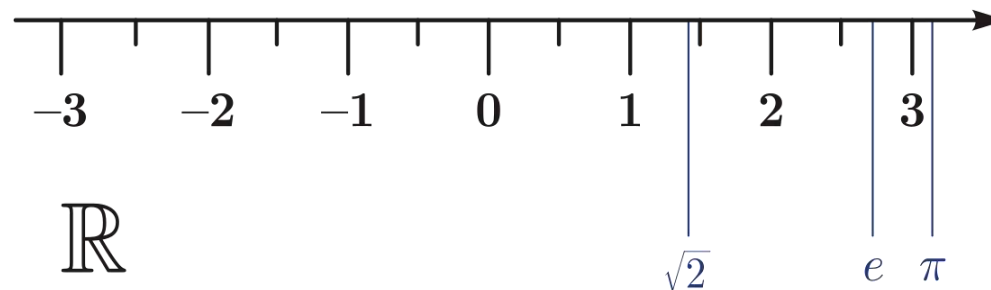
Gli Irrazionali

Origini della scoperta: osservazione del rapporto tra circonferenza C e il suo diametro $2r$

All'aumentare del
diametro del cerchio
aumenta
proporzionalmente
anche la lunghezza
della circonferenza

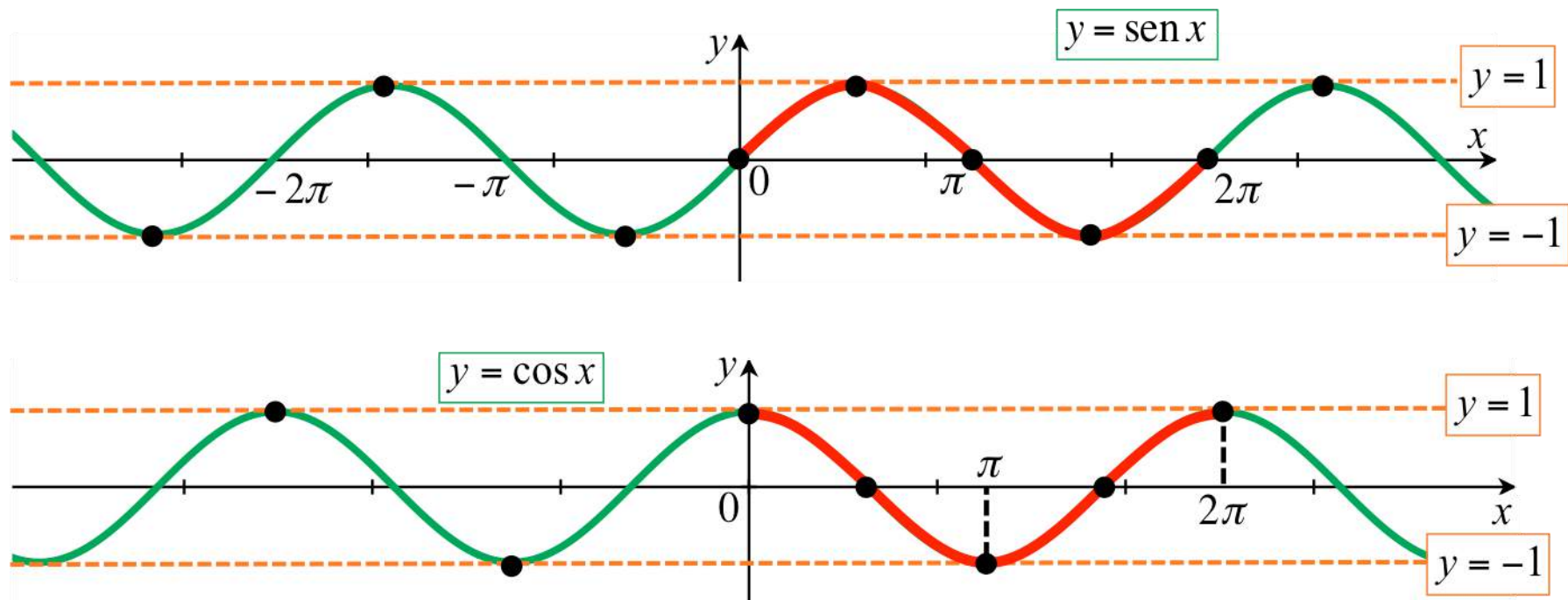
$$2r = 1$$

$$C = \pi$$



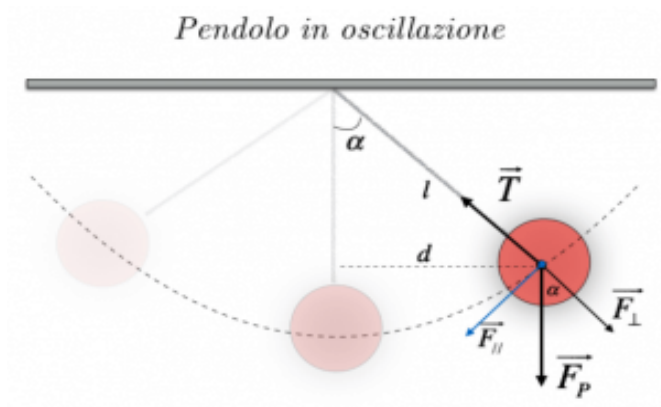
π

Nasce da curve genera curve



π

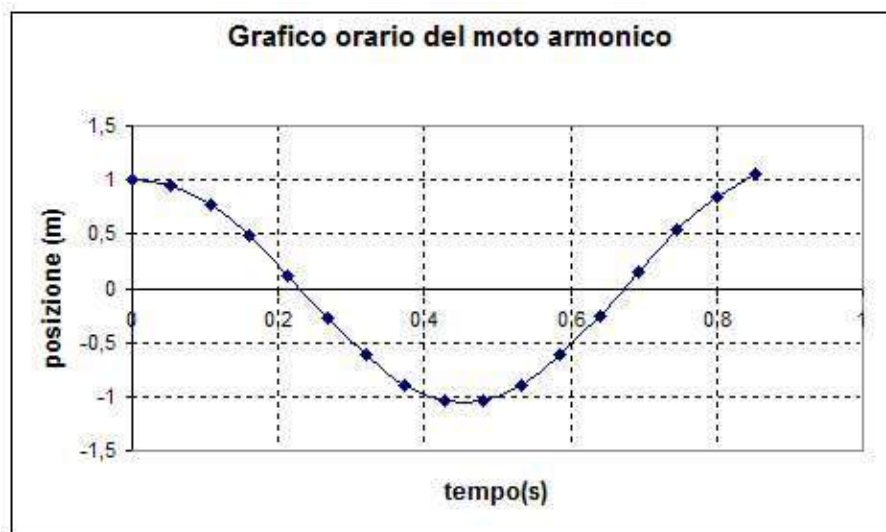
Presente nelle leggi che governano la natura



$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Legge di Coulomb

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}.$$



Legge di Ampère

$$F = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2 \cdot l}{d}$$

SIMBOLI O CIFRE

π

Numero irrazionale e trascendente.

Le prime 999 cifre di pi greco.

3.141592653589793238462643383279502884197169399375
10582097494459230781640628620899862803482534211706
79821480865132823066470938446095505822317253594081
28481117450284102701938521105559644622948954930381
96442881097566593344612847564823378678316527120190
91456485669234603486104543266482133936072602491412
73724587006606315588174881520920962829254091715364
36789259036001133053054882046652138414695194151160
94330572703657595919530921861173819326117931051185
48074462379962749567351885752724891227938183011949
12983367336244065664308602139494639522473719070217
98609437027705392171762931767523846748184676694051
32000568127145263560827785771342757789609173637178
72146844090122495343014654958537105079227968925892
35420199561121290219608640344181598136297747713099
60518707211349999998372978049951059731732816096318
59502445945534690830264252230825334468503526193118
81710100031378387528865875332083814206171776691473
03598253490428755468731159562863882353787593751957
78185778053217122680661300192787661119590921642019..

Il Mediterraneo “Culla dei saperi”



***Anch'io , celebrerò
con inadatte rime il grande
immortale Siracusano senza rivali
che nel suo meraviglioso gioco
nei tempi passati
lasciò agli uomini le sue istruzioni
su come misurare i cerchi.***

WILLIAM BLAKE POETA INGLESE 1757-1827 ROGER PENROSE REGNO UNITO 1931

Vedere un mondo in un grano di
sabbia
e un universo in un fiore di campo,
possedere l'infinito sul palmo della
mano
e l'eternità in un'ora.

Dopo tutto, comprendere
è lo scopo della scienza,
e la scienza è molto,
molto più che calcolare
meccanicamente.

PITAGORA
SAMO 570 A.C.

Pitagora ci scosse
l'equilibrio mentale
gravandoci
il cervello
del numero
Irrazionale.

