SSIS
Corso di recupero

Å Fondamenti storico-epistemologici della matematica 1
Å e
Å Didattica della matematica
Å 7° incontro

La derivazione

Il rapporto incrementale

Å Tra i problemi posti da Cartesio nella *Géométrie* c'era quello delle tangenti alle curve. Descartes e soprattutto Fermat lo avevano risolto nel caso di esempi semplici e poi di curve algebriche, cioè esprimibili come zeri di un polinomio. Fermat calcolava il rapporto incrementale e poi poneva uguale a 0 l'incremento:

Il rapporto incrementale

Å In un caso semplice, chiamando E l'incremento:

$$\frac{(x+E)^2 - x^2}{E} = \frac{2Ex + E^2}{E} = 2x + E$$

Å e posto E = 0 si ha che la derivata è 2x. Come si vede, non è eseguito un limite.

Il rapporto incrementale

Å Il metodo di Fermat si applicava anche ad alcune curve trascendenti e in linea di principio anche a curve la cui equazione conteneva dei radicali, ma diventava praticamente inservibile al crescere della complessità dell'equazione

Leibniz

Leibniz

Å **Wilhelm Gottfried Leibniz** (1646-1716)

Å Nobile tedesco di origine boema, storico, filosofo, diplomatico, matematico, linguista

Leibniz

Å Viaggia, promuove la fondazione delle accademie di Vienna e S. Pietroburgo (che però iniziano la loro attività dopo la sua morte), è socio di altre. La sua residenza abituale è Hannover, dove è lo storico, il bibliotecario e il consigliere diplomatico del duca di Brunswick, il suo grande protettore.

Leibniz

Å Ha grande influenza sulla vita politica e culturale di gran parte dellôEuropa; i suoi consigli sono richiesti dallo zar Pietro il Grande e dallôImperatore. Con i suoi contatti diplomatici influisce sullôascesa di Giorgio Luigi di Hannover al trono dôInghilterra (1714) e aspira a seguirlo, ma viene lasciato in Germania a scrivere la storia della famiglia di Brunswick.

Leibniz

Å È per quasi un anno in Italia (1689-1690), visita varie università e contatta matematici, resta sei mesi a Roma, da dove fa una puntata a Napoli. A Roma côè lôipotesi di nominarlo bibliotecario della biblioteca Vaticana, ma è protestante e la cosa sfuma.

Leibniz

Å Si ferma a Venezia sia allôandata che al ritorno, sta una settimana a Padova per andare a Este, Monselice e allôeremo di Santa Maria delle Carceri.

Leibniz

Å Ha frequentissimi e buoni contatti epistolari con i matematici padovani e quando la cattedra di matematica di Padova resterà vacante Leibniz userà la sua influenza affinché venga chiamato a ricoprirla un giovane e valente svizzero, Jacopo Hermann, che gli dedicherà lôopera scritta a Padova

Leibniz

Å Nellôottobre del 1684 Gottfried Wilhelm Leibniz pubblica sugli *Acta eruditorum* un breve ma fondamentale scritto dal titolo *Nova methodus pro maximis et minimis, itemque tangentibus, quae nec fractas nec irrationales quantitates moratur, et singulare pro illis calculi genus*

Leibniz

Å (*Nuovo metodo per i massimi e minimi e del pari per le tangenti, che non utilizza quantità fratte o irrazionali, e un tipo specifico di calcolo per essi*)

Å Il punto centrale del metodo di Leibniz era unôoperazione, la differenziazione, che permetteva di passare dallôequazione algebrica di una curva ad unôequazione in cui comparivano i differenziali, e, tramite questa, di trovare la tangente alla curva

Leibniz

Å Leibniz introduce la notazione differenziale, usando per quantità ñmolto piccoleò le notazioni *dx* e *dy* (il segno *d*, già usato da Cartesio, viene da ñdifferentiaò, che noi oggi chiameremmo ñincrementoò);

Å introduce quindi prima il differenziale di una variabile (dipendente o indipendente) e soltanto dopo introdurrà il loro rapporto.

La derivata

La derivata

Å Leibniz espone vari calcoli di **differenziali**:

$d(2x) = 2dx$

$d(u+v) = du + dv$

$d(vu) = dv \cdot u + v \cdot du$

Å In particolare scrive:

se $y = v$, allora $dy = dv$

$d(v/y) = (ydv - vdy)/y^2$

$d(y/v) = 1/d(v/y)$

La derivata

Å In scritti successivi ci sono quasi tutte le regole di derivazione che conosciamo, compresa quella di derivazione di una potenza ad esponente frazionario (non ancora le derivate di funzioni trascendenti)

La derivata

Å Leibniz dice che i differenziali possono essere proporzionali alle diminuzioni ñmomentaneeò delle variabili: cõè, anche se non ancora esplicitamente, il concetto di ***infinitesimo*** (del primo ordineé)

Å Successivamente Leibniz divide per *dx* e nasce la notazione di ***derivata*** ancora come quoziente di quantità molto piccole

La derivata

Å Il problema inverso delle tangenti, cioè il passaggio dallõequazione scritta con i differenziali allõequazione della curva, divenne immediatamente il problema principale del calcolo, essendo legato da una parte alla quadratura delle figure (cioè al calcolo della loro area) e dallõaltra a una serie di problemi sia geometrici che meccanici.

Teorema fondamentale del calcolo integrale

Å Il problema inverso delle tangenti è risolto dal teorema di Torricelli-Barrow:

Å Data una funzione (continua e positiva) *f* definita su un intervallo [*a*,*x*], lõarea compresa tra il suo grafico e lõasse delle ascisse è una funzione *F* di *x*, e la funzione che esprime in ogni punto il coefficiente angolare della tangente al grafico di tale funzione *F* coincide con la *f*.

Teorema fondamentale del calcolo integrale

Å Oggi esprimiamo questo teorema dicendo che *F* è una primitiva di *f*.

Serie

Serie

Å Vari matematici fin dallõantichità si sono interessati di processi infiniti, in primo luogo dellõoperazione di serie.

Å Nei secoli XVII e XVIII cõè stato un grande interesse per le serie di potenze, delle quali alcune particolari furono studiate singolarmente e fornirono risultati interessanti.

Mengoli

- **Pietro Mengoli** (1626-1686) fu allievo di Cavalieri a Bologna e quindi lo sostituì nella cattedra. Si occupò di geometria, di astronomia, della rifrazione della luce nellâatmosfera, di musica.

Mengoli

- I suoi lavori scritti in un latino piuttosto oscuro, sono ispirati alla teoria degli indivisibili di Cavalieri e anticipano il calcolo differenziale: Leibniz ne era a conoscenza diretta, mentre Newton ne seppe attraverso Wallis. Tuttavia le sue opere furono presto dimenticate e solo recentemente gli è stato dato merito.

Mengoli

- In *Novae quadraturae arithmeticae, seu de additione fractionum*, pubblicato a Bologna nel 1650, Mengoli tratta le serie, sviluppando idee che erano state materia di studio di matematici italiani.
- Il primo argomento fu lo studio della serie geometrica, determinandone la somma

Mengoli

- Dimostrò la non convergenza della serie armonica, risultato peraltro già raggiunto da Oresme, riconfermando quindi la possibilità di ottenere un numero infinito nella somma di una serie i cui termini tendono ad annullarsi. Studiò anche la serie armonica con segni alternati che dimostrò convergere a log2. Questa serie era stata studiata in precedenza anche da Nicolaus Mercator.

Serie

- Esaminiamo la serie geometrica

  $1 + x + x^2 + x^3 + ...$ (x reale)

- Questa converge, come è noto, per $|x|<1$, mentre diverge a $+\infty$ per $x \geq 1$ e diverge ad ∞ per $x < -1$. Per gli x per i quali converge, la sua somma è $1/(1-x)$ (la somma è calcolata come il limite della somma della progressione geometrica).

Serie

- Ponendo x = -1 la serie (se fosse convergente!) sembrerebbe convergere a 1/2 , il che sembrò a Leibniz un paradosso, in quanto la successione delle somme parziali oscilla tra 1 e 0

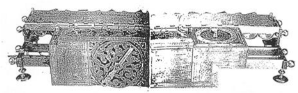
La nascita delle macchine da calcolo

La calcolatrice di Leibniz

Å Nel 1673 Leibniz presenta alla Royal Society di Londra la prima calcolatrice meccanica in grado di moltiplicare e dividere. Esistevano già dei progetti di macchine per addizioni e sottrazioni: una era stata effettivamente realizzata dal francese Blaise Pascal e di unôaltra, di Wilhelm Schickard, côerano disegni (poi perduti in un incendio)

La calcolatrice di Leibniz

Å L'invenzione fruttò a Leibniz l'ammissione alla Royal Society, ma non ebbe applicazione immediata per le difficoltà tecniche di realizzazione.



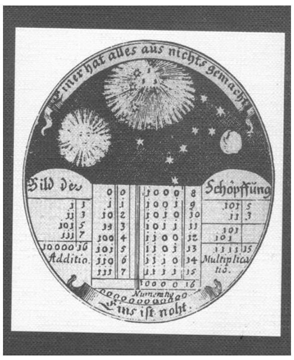
Calcolatrice di Leibniz (1673)
Museo di Berlino

La calcolatrice di Leibniz

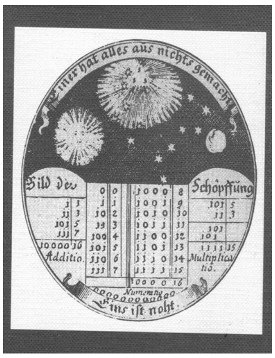
Å La calcolatrice di Leibniz verrà ripresa nel 1820 da Xavier Thomas de Colmar e costituirà la base di quasi tutte le calcolatrici meccaniche a quattro operazioni realizzate successivamente.

Il sistema binario

Å Pur non avendo avuto una applicazione pratica al momento in una macchina da calcolo, il sistema binario divenne il fondamento di tutta lôinformatica e fu ideato da Leibniz

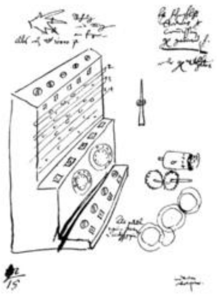


Il sistema binario



Å ñLôunità ha fatto tutto dal nullaò
Å ñImmagine della creazioneò
Å ñAddizione ï Moltiplicazione-Numerazioneò
Å ñLôunità è necessariaò

La calcolatrice di Schickard



Macchina calcolatrice di Schickard (1623)

Å Il suo funzionamento è descritto in un lettera di Schickard a Keplero

Å La macchina poteva sommare e sottrarre numeri a sei cifre, e suonava una campanella quando veniva superata la sua capacità

La calcolatrice di Schickard

Å **Wilhelm Schickard** (1592 ï 1635)

Å Professore di ebraico e di aramaico, quindi di astronomia.

Å Inventò varie macchine, una anche per lo studio della struttura della lingua ebraica. Morì di peste

La calcolatrice di Pascal

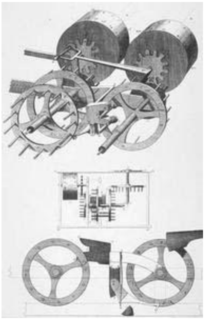
Å Macchina calcolatrice inventata a soli 19 anni da Pascal per aiutare il padre, intendente delle imposte a Rouen.

Å In suo onore Wirth dette il nome di PASCAL al linguaggio di programmazione da lui ideato

Pascalina
Conservatorio Nazionale di e Arti e Mestieri
(Parigi)

La calcolatrice di Pascal

Å La *pascalina* faceva le sottrazioni come somma di numeri negativi utilizzando il metodo del complemento a dieci del sottraendo.



Newton

Newton

Å **Isaac Newton** (1642-1727) fu matematico, fisico, astronomo, filosofo, membro del parlamento inglese, presidente della Royal Society

Newton

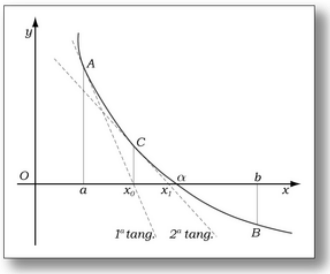
Å Il padre morì tre mesi prima che lui nascesse, la madre si risposò, ma Newton fu molto in contrasto col patrigno e fu allevato da una nonna. Alla morte del patrigno Newton ereditò una fortuna piuttosto consistente che gli permise di studiare e vivere agiatamente. Studiò al Trinity College di Cambridge, che però fu chiuso per la peste, e Newton continuò da solo.

Newton

Å Durante gli studi scoprì lo sviluppo delle potenze del binomio (*coefficienti binomiali*) e il cosiddetto ñmetodo delle tangentiò, che è uno dei metodi per il calcolo approssimato di uno zero di una funzione. Esso si applica dopo avere determinato un intervallo che contiene una sola radice.

Newton - Metodo delle tangenti

Å Il metodo iterativo che ne deriva converge se la funzione ha derivate prima e seconda diverse da 0 (in figura è: fô< 0, fôô> 0)



Newton

Å Newton scoprì la legge di gravitazione universale (lôaneddoto della mela cadutagli in testa, certamente falso, è riferito ad un evento del 1666), confermando così il modello del sistema solare di Keplero, ma scoprì che le orbite potevano anche essere paraboliche o iperboliche

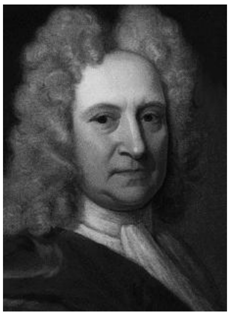
Newton e Halley

Å Newton abbandonò per un certo tempo gli studi astronomici perché aveva sbagliato i calcoli sullôorbita della Luna (non aveva tenuto conto delle perturbazioni dovute agli altri pianeti). Vi ritornò quando gli fu proposto un problema da Halley

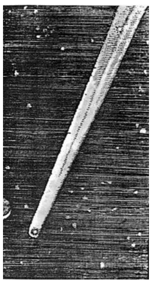
Newton e Halley

Å **Sir Edmond Halley** (1656-1742), astronomo reale, studiò una cometa nel 1682 e ne predisse il ritorno dopo 76 anni.

Å Convinse Newton a pubblicare i suoi studi



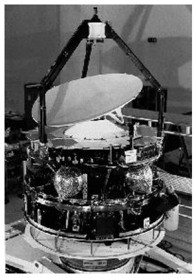
La cometa di Halley



Å La cometa come disegnata da Halley nel 1682

La cometa di Halley

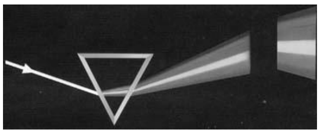
La cometa di Halley (passaggio 1986)



Sonda Giotto

Newton

Å Newton studiò anche la rifrazione della luce e scoprì la scomposizione della luce bianca

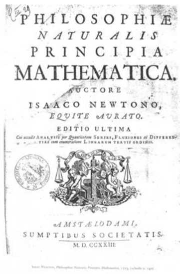


Newton

Å Nel 1687 Newton finalmente pubblica la sua grande opera:

Å *Philosophiae naturalis principia mathematica*

Å (Basi matematiche della fisica)



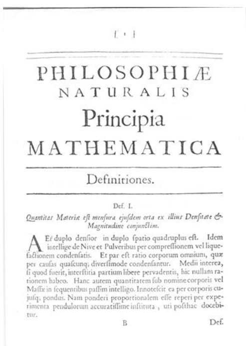
PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.
AUCTORE
ISAACO NEWTONO,
EQUITE AURATO.
EDITIO ULTIMA
AMSTÆLODAMI,
SUMPTIBUS SOCIETATIS.
M. D. CCXIII.

Newton

Å In questÕopera usa per la prima volta il termine *gravitas*;

Å enuncia la legge di gravitazione universale e introduce il calcolo infinitesimale;

Å tramite la legge di Boyle-Mariotte sui gas (scoperta nel 1662) determina la velocità del suono nellÕaria



PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
Principia
MATHEMATICA.
Definitiones.
Def. I.

Newton

Å Newton parla delle *flussioni* che sono le derivate delle *fluenti* (funzioni) e tratta di queste piuttosto che dei differenziali; trova velocità e accelerazione.

Å Leibniz invece tratta i differenziali come fossero quantità a sé stanti e indivisibili, delle *monadi*, ed è interessato al problema delle tangenti

Newton

Å Newton applica la derivazione anche ad alcune funzioni trascendenti, calcola velocità; gli viene proposto il problema della brachistocrona e lo risolve in una notte. Calcola la somma di alcune serie convergenti (peraltro già note) e tramite queste calcola ´ con una buona approssimazione

Newton

Å Nellôultimo decennio del ó600 Newton fu preso da una crisi che potremmo definire di follia (tra lôaltro si diceva convinto di essere il nuovo Messia), e abbandonò i suoi studi di matematica. I suoi amici gli fecero avere il posto di guardiano della Zecca reale, di cui poi divenne direttore, e quindi ministro delle finanze (*Cancelliere dello Scacchiere*).

Newton

Å La sua attività alla Zecca fu molto impegnata, dedicata ad una riforma dellôeconomia monetaria e ad una lotta ai falsari; fece chiudere le filiali della Banca dôInghilterra, centralizzando la coniazione della moneta; anticipò il *gold standard*, cioè un cambio fisso tra la sterlina e lôoro, che lôInghilterra adotterà per prima nel 1717

Newton

Å Sulla base del gold standard, a cui hanno poi aderito anche altri stati, lôeconomia mondiale si è retta ancora nel 1900.

Newton

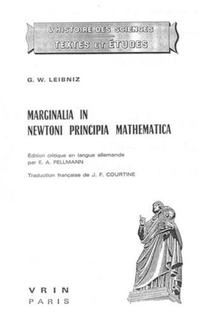
Å Newton in vita ebbe grandissimi onori, fu nominato ñcavaliereò; non si sposò, ebbe soltanto una passione giovanile. Morì nel 1727 ad 84 anni e fu sepolto a Westminster. Voltaire che era presente ai funerali disse che era stato sepolto come un re

Tomba di Newton

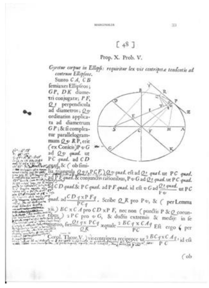
Leibniz e Newton

Leibniz e Newton

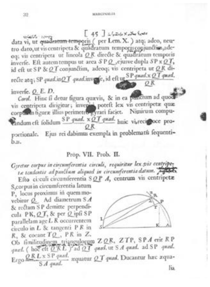
Å Leibniz durante il suo viaggio in Italia legge il testo di Newton e vi scrive dei commenti a margine



Leibniz e Newton



Glosse di Leibniz sulla gravitazione



Impronte digitali di Leibniz

Leibniz e Newton

Å Leibniz aveva avuto una corrispondenza con Newton nel 1677, nella quale si erano scambiati, in maniera più o meno chiara, i principi da ciascuno elaborati sul calcolo infinitesimale. Successivamente Leibniz andò in Inghilterra, dove alcuni matematici inglesi lo accusarono di aver copiato la teoria da Newton e di averla diffusa in Europa come propria

Leibniz e Newton

Å Ne nacque una lunga diatriba per lôattribuzione della priorità della scoperta, e nel 1704 Leibniz si appellò alla Royal Society per ottenere un giudizio. La questione durò diversi anni; furono esaminate le lettere (che poi verranno pubblicate), e la Royal Society attribuì la paternità a Newton (probabilmente Newton stesso stese la relazione finale)

Leibniz e Newton

Å Newton non volle mai riconoscere il contributo di Leibniz e anzi nelle edizioni successive della sua opera *Philosophiae naturalis* tolse qualsiasi accenno allôopera di Leibniz. Adesso la priorità di Newton è certa, ma anche la minore applicabilità del suo metodo rispetto a quello di Leibniz; è anche certo che Leibniz elaborò la sua teoria indipendentemente

Leibniz e Newton
Bibliografia italiana

Michael-Thomas Liske, *Leibniz*, Il Mulino, Bologna, 2007

V. Mathieu, *Introduzione a Leibniz*, Laterza, Bari, 2002

Massimo Mugnai, *Introduzione alla filosofia di Leibniz*, Einaudi, Torino, 2001

G. Cantelli, *La disputa Leibniz-Newton sull'analisi*, Bollati Boringhieri, Torino, 2006

Alfred Rupert Hall, *Filosofi in guerra. La polemica tra Newton e Leibniz*, Il Mulino, Bologna, 1988

Il numero *e*

Il numero *e*

- Giacomo Bernoulli fu il primo a considerare il numero *e* come limite della successione

$$(1+1/n)^n$$

- Tale successione ha una interpretazione economica molto semplice:

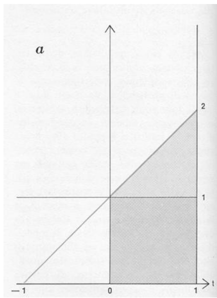
Il numero *e*

- Ricordiamo che il *montante* è la somma del capitale C più gli interessi; se l'interesse è *i* (solitamente espresso in percentuale) e il tempo è *t*, il capitale alla scadenza è

$$C(1 + it)$$

- Se si prende a prestito un capitale C e l'interesse è del 100% annuo quindi $i = 1$, alla fine di un anno ($t = 1$) bisogna restituire 2C (*interesse semplice*)

Il numero *e*



Interesse semplice (in figura è $i = 1$)

Il numero *e*

- Se si suddivide l'anno in semestri, e dopo il primo semestre si capitalizzano gli interessi (*interesse composto*), alla fine dell'anno è

$$C(1 + i/2)^2$$

- Prendendo per comodità C = 1, in generale se suddividiamo l'anno in *n* frazioni di anno e ricapitalizziamo gli interessi ad ogni frazione abbiamo

$$(1 + i/n)^n$$

Il numero *e*

- Se ad esempio si ricapitalizzano gli interessi ogni 3 mesi (un quarto di anno) si ha

$$(1 + i/4)^4$$

- Se si ricapitalizzasse ogni giorno (l'anno finanziario è per comodità supposto di 360 gg., onde avere la divisibilità anche per 3) si ha

$$(1 + i/360)^{360}$$

Il numero *e*

Å La ricapitalizzazione continua dà luogo ad un limite per $n \to \infty$:

$$\lim_{n \to \infty} (1 + i/n)^n$$

Bernoulli riconosce che la successione è strettamente crescente (e quindi ha limite finito o $+\infty$) ed è superiormente limitata.

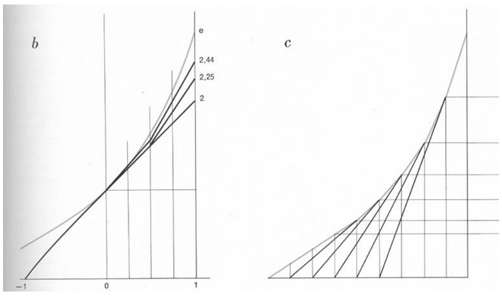
Il numero *e*

Nel caso $i = 1$ il calcolo porta al valore

2,71828182846é .

che è stato chiamato *e*, forse come iniziale di ñesponenzialeò

Il numero *e*



Interesse composto

Il numero *e* e i logaritmi

Å Riprendendo i logaritmi, ricordiamo che i primi ideati da Nepero (1550-1617) *non* erano in base *e*, bensì 1/*e* e solo con gli studi successivi di Nepero e Briggs si giunse ai logaritmi in base 10 (tabellati da Briggs) e in base *e* (Nepero aveva costruito i logaritmi come una relazione tra i movimenti di due corpi che si muovono con velocità diverse)

I logaritmi

Å Seguirà poi una lunga diatriba su quale significato si potesse dare ai logaritmi dei numeri negativi: Leibniz ed Eulero sosterranno che questi sono numeri immaginari, mentre Giovanni Bernoulli li definiva istituendo un prolungamento per parità, cioè ponendo

$$\lg(-x) = \lg x$$

I logaritmi

Giovanni Bernoulli giustificava questo prolungamento con la relazione

$$x^2 = (-x)^2$$

da cui derivava lõuguaglianza

$$2 \lg x = \lg x^2 = \lg(-x)^2 = 2 \lg(-x)$$

Vi furono vari matematici che difesero lõuna e lõaltra tesi, fin quando Eulero non risolse definitivamente la questione con la funzione esponenziale nel campo complesso

I logaritmi

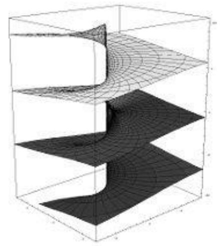
Å Il logaritmo nel campo complesso è definito come funzione a più valori

lg z = ln |z| +i(arg z +2K ´)

Å (non cõè il logaritmo di 0, cõè invece il logaritmo dei reali negativi)

Å Una sua rappresentazione è la seguente

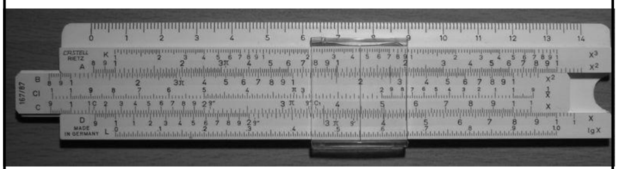
I logaritmi



I logaritmi

Å Nepero voleva trovare un modo per eseguire prodotti e divisioni velocemente. Successivamente sono stati costruiti strumenti di facile uso per effettuare questi calcoli.

Regolo calcolatore



Giovanni Bernoulli

Å **Giovanni Bernoulli** (1667-1748), decimo figlio dei genitori Bernoulli e di quasi tredici anni più giovane del fratello Giacomo.

Giovanni Bernoulli

Å Il padre lo aveva indirizzato verso il commercio e Giovanni conseguì il dottorato nel 1690 con una tesi sullõeffervescenza e la fermentazione. Si dedicò poi alla matematica. Fu spesso in litigio con il fratello, a cui peraltro succedette nella cattedra di matematica a Basilea.

Giovanni Bernoulli

- Scacciò di casa il figlio perché aveva vinto un premio in un concorso dell'Accademia Francese delle Scienze a cui anche lui aveva partecipato. Fu molto amico di Eulero, a volte rivale; disprezzava invece Newton.
- Scrisse di chimica, fisica, astronomia; fece uno studio sulle maree e sulle vele gonfiate dal vento

Altri membri della famiglia Bernoulli

- **Nicola** (II) (1687-1759), nipote di Giacomo e di Giovanni (e figlio di un Nicola) fu professore a Padova per tre anni, si occupò della pubblicazione delle opere di Giacomo
- Fu in corrispondenza con Eulero, del quale criticava l'uso delle serie divergenti; riuscì a calcolare la somma della serie

$$\sum_1^\infty (1/n^2) = \pi^2/6$$

Altri membri della famiglia Bernoulli

- **Daniele** (1700-1782), figlio di Giovanni, professore all'Accademia di S.Pietroburgo, vinse dieci volte il premio dell'Accademia di Parigi. Studiò idraulica, probabilità, le corde vibranti, la teoria cinetica dei gas

De l'Hôpital

- **Guillaume François Antoine de Sainte Mesme**, marchese **de l'Hôpital**, o **de l'Hospital** (1661 – 1704)

De l'Hôpital

- 1696: *Analyse des infiniment petits pour l'intelligence des lignes courbes* (Analisi degli infinitamente piccoli per la comprensione delle linee curve). È il primo manuale scolastico di calcolo differenziale; in esso questa materia è presentata secondo la visione di Leibniz.

De l'Hôpital

- In tale opera compare la famosa regola di L'Hôpital, che può essere considerata una generalizzazione della formula di Taylor quando le funzioni hanno le derivate continue e diverse da 0 in un intorno del punto; ricordiamo che tale formula era già stata scoperta da Gregory nel 1671 e verrà poi (ri)pubblicata da Taylor nel 1715

De lôHôpital

Â LôHôpital dichiara apertamente il suo debito verso Leibniz e particolarmente verso Giovanni Bernoulli, al quale probabilmente si deve anche la famosa regola. Comunque nel 1694 i due avevano fatto un accordo che prevedeva un compenso che L'Hôpital avrebbe pagato a Bernoulli (300 franchi l'anno) per risolvere problemi matematici

De lôHôpital

Â Tale accordo stabiliva però che Bernoulli non rivendicasse alcun diritto su tali risoluzioni e, ovviamente, che il patto rimanesse segreto.

Â Nel 1704 dopo la morte di L'Hôpital, Bernoulli rivelò il patto ed accusò di plagio il marchese; nel 1922 furono trovati documenti che confermano lôesistenza dellôaccordo

De lôHôpital

Â Il manuale *Analyse des infiniment petits*, scritto in maniera molto chiara e didatticamente efficiente, fu popolarissimo e su di esso studiarono generazioni di matematici; del pari ebbe vasta diffusione unôaltra sua opera, *Traité analitique des sections coniques* (1707, postumo)

Jacopo Riccati

Â **Jacopo Riccati** (Venezia 1676-1754), nobile di Castelfranco Veneto, creò intorno a sé a Venezia un circolo di matematici molto vivace. Porta il suo nome un tipo di equazione differenziale non lineare del primo ordine che si può ridurre ad una lineare

Jacopo Riccati

Â Si occupò in particolare della **idrodinamica** sulla base della meccanica newtoniana, che collaborò a introdurre in Italia. Gli venne offerta la presidenza dell'Accademia delle Scienze di San Pietroburgo, ma rifiutò per non rinunciare al suo stile di vita riservato. Gli è stato dedicato un asteroide, 14074 Riccati.

Jacopo Riccati

Â Si occupò di equazioni differenziali della forma

$$yô = q_0(x) + q_1(x)\, y + q_2(x)\, y^2$$

Â che non sono generalmente risolvibili in modo elementare. Tali equazioni, studiate poi da Eulero, si possono ridurre ad equazioni di Bernoulli se se ne conosce una soluzione particolare

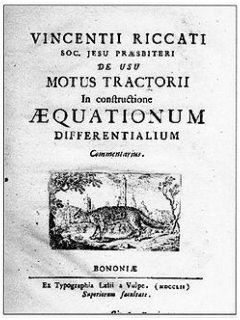
Vincenzo Riccati

Å **Vincenzo Riccati** (Castelfranco Veneto, 1707 ï Treviso 1775).

Vincenzo Riccati

Å Secondogenito di Jacopo Riccati, le sue ricerche principali continuarono quelle del padre nell'analisi matematica, specialmente nel campo delle equazioni differenziali, e nella fisica.

Vincenzo Riccati



Å *De usu motus tractorii in constructione Aequationum Differentialium Commentarius*, Bologna, 1752

Vincenzo Riccati

Å *Institutiones Analyticae*, 2 vol. con Saladini, Bologna, 1765-1767

Å *Dialogo, dove neô congressi di più giornate delle forze vive e dellôazioni delle forze morte si tien discorso*, Bologna, 1749

Rolle

Å **Michel Rolle** (1652-1719), matematico francese.

Å Venne eletto alla Académie Royale des Sciences in 1685 e ne divenne un ñpensionatoò nel 1699.

Å Si occupò di equazioni diofantee; il *Traité d'algèbre* (1690) sulla teoria delle equazioni propone lôidea che un numero abbia *n* radici *n*-sime.

Rolle

Å Rolle è un oppositore molto agguerrito del modo in cui LôHôpital presenta il calcolo differenziale, seguendo Leibniz e Bernoulli. LôHôpital usava le serie (di Taylor) senza preoccuparsi del resto e lôinfinitamente piccolo era pur sempre una quantità costante e definita, mentre Rolle sosteneva che era variabile

Rolle

- Rolle descrive il calcolo come "una congerie di errori ingegnosi".
- A lui si deve la notazione

$$\sqrt[n]{x}$$

per indicare la radice n-esima di x.

Rolle

- In un oscuro libretto, *Metodo per risolvere le equazioni* (1691), Rolle si imbatte in alcune equazioni delle quali vuole trovare la soluzione approssimata. All'interno di questa ricerca enuncia e dimostra il noto teorema

Rolle

- **Teorema di Rolle:** se una funzione è continua in un intervallo chiuso $[a,b]$, derivabile in ogni punto dell'intervallo aperto (a,b) e assume agli estremi valori uguali $f(a) = f(b)$, esiste almeno un punto interno ad (a,b) la cui derivata si annulla, cioè

$f'(c) = 0$ (punto critico o stazionario).

Rolle

- Rolle ha molte perplessità anche su come vengono risolte geometricamente alcune equazioni, nel calcolo delle quali si rischia di immettere altre soluzioni che non soddisfacevano l'equazione di partenza. Viene poi convinto da Varignon sull'utilità e sulla correttezza del calcolo infinitesimale