Informatica @ UniUrb: Offerta Formativa 3 + 2

Prof. Marco Bernardo

Università degli Studi di Urbino Carlo Bo
Dipartimento di Scienze Pure e Applicate
Sezione di Informatica e Matematica

https://informatica.uniurb.it/

Cosa Intendiamo per Informatica?

Cosa Intendiamo per Informatica?

- Informatica: studio dell'elaborazione automatica delle informazioni.
- La gente percepisce solo gli aspetti tecnologici, mentre chi ci lavora deve conoscere anche gli aspetti metodologici e scientifici.

Cosa Intendiamo per Informatica?

- Informatica: studio dell'elaborazione automatica delle informazioni.
- La gente percepisce solo gli aspetti tecnologici, mentre chi ci lavora deve conoscere anche gli aspetti metodologici e scientifici.
- Aspetti tecnologici – *Information & Communication Technology*: computer, sistemi operativi, basi di dati, reti di calcolatori, ...

Cosa Intendiamo per Informatica?

- Informatica: studio dell'elaborazione automatica delle informazioni.
- La gente percepisce solo gli aspetti tecnologici, mentre chi ci lavora deve conoscere anche gli aspetti metodologici e scientifici.
- Aspetti tecnologici – *Information & Communication Technology*: computer, sistemi operativi, basi di dati, reti di calcolatori, ...
- Aspetti metodologici – *Software Architecture & Engineering*: metodologie, linguaggi e ambienti di programmazione, ...

Cosa Intendiamo per Informatica?

- Informatica: studio dell'elaborazione automatica delle informazioni.
- La gente percepisce solo gli aspetti tecnologici, mentre chi ci lavora deve conoscere anche gli aspetti metodologici e scientifici.
- Aspetti tecnologici – *Information & Communication Technology*: computer, sistemi operativi, basi di dati, reti di calcolatori, ...
- Aspetti metodologici – *Software Architecture & Engineering*: metodologie, linguaggi e ambienti di programmazione, ...
- Aspetti scientifici – *Computer Science*: teoria della computazione, algoritmica, teoria degli automi, linguaggi formali, ...

Cosa Intendiamo per Computer?

Cosa Intendiamo per Computer?

- Computer: insieme di componenti elettromeccaniche programmabili per immettere, immagazzinare, elaborare ed emettere informazioni sotto forma di numeri, testi, immagini, audio e video.
- Ci sono tanti insiemi di componenti elettromeccaniche che possono eseguire *molteplici* funzioni (elettrodomestici, ascensori, veicoli, . . .) ma solo i computer ne possono eseguire un numero potenzialmente *illimitato*, cioè solo i computer sono macchine programmabili!

Cosa Intendiamo per Computer?

- Computer: insieme di componenti elettromeccaniche programmabili per immettere, immagazzinare, elaborare ed emettere informazioni sotto forma di numeri, testi, immagini, audio e video.
- Ci sono tanti insiemi di componenti elettromeccaniche che possono eseguire *molteplici* funzioni (elettrodomestici, ascensori, veicoli, . . .) ma solo i computer ne possono eseguire un numero potenzialmente *illimitato*, cioè solo i computer sono macchine programmabili!
- Hardware: insieme delle componenti elettromeccaniche che formano un computer, cioè le risorse computazionali disponibili (*parti fisiche*).
- Software: insieme dei programmi che possono girare su un computer, cioè istruzioni date alle risorse computazionali per eseguire compiti (*parti immateriali* – nome derivante dai telai Jacquard).

Quali Sono le Basi Teoriche?

- Dato un problema computazionale, la teoria della computazione studia l'esistenza di una soluzione algoritmica e, se questa c'è, la quantità di risorse computazionali necessarie in termini di:
  - Tempo d'esecuzione.
  - Spazio di memoria.
  - Banda di comunicazione.

Quali Sono le Basi Teoriche?

- Dato un problema computazionale, la teoria della computazione studia l'esistenza di una soluzione algoritmica e, se questa c'è, la quantità di risorse computazionali necessarie in termini di:
  - Tempo d'esecuzione.
  - Spazio di memoria.
  - Banda di comunicazione.
- Teoria della calcolabilità: problemi decidibili vs. indecidibili a seconda dell'esistenza o meno di una soluzione algoritmica.
- Teoria della complessità: problemi trattabili vs. intrattabili a seconda della quantità polinomiale o esponenziale di risorse.
- Se un problema computazionale è decidibile, potrebbero esserci più algoritmi diversi che lo risolvono in modo *più o meno efficiente* (insertsort, selectsort, bubblesort / quicksort, mergesort, heapsort).

Cosa Intendiamo per Algoritmo?

Cosa Intendiamo per Algoritmo?

- Algoritmo: sequenza finita di passi, rappresentati in modo da essere intelligibili da un esecutore, che risolvono un problema computazionale nella sua generalità (cioè per ogni istanza dei suoi dati di ingresso).
- Il matematico persiano Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi (780-850) è l'autore di uno dei più antichi trattati di algebra (al-jabr) in cui descrisse come risolvere equazioni lineari e quadratiche.

Cosa Intendiamo per Algoritmo?

- Algoritmo: sequenza finita di passi, rappresentati in modo da essere intelligibili da un esecutore, che risolvono un problema computazionale nella sua generalità (cioè per ogni istanza dei suoi dati di ingresso).
- Il matematico persiano Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi (780-850) è l'autore di uno dei più antichi trattati di algebra (al-jabr) in cui descrisse come risolvere equazioni lineari e quadratiche.
- Sebbene la rappresentazione di un algoritmo abbia lunghezza finita, la durata della sua esecuzione può essere illimitata (p.e. cicli).
- L'esecutore non è necessariamente un agente elettromeccanico, può essere un agente biologico o un agente cyberfisico (p.e. ricette).
- Programma: algoritmo espresso in un dato ling. di programmazione, il cui esecutore sarà un computer (software, applicazione, codice, ...).

Quali Sono gli Impatti?

- Impatto socio-economico dell'informatica a partire dagli anni 1950:
  - Eseguire calcoli complicati in tempi brevi.
  - Elaborare/recuperare/trasmettere grandi quantità di dati in tempi brevi.
  - Trasferire attività ripetitive o complesse dalle persone alle macchine.

Quali Sono gli Impatti?

- Impatto socio-economico dell'informatica a partire dagli anni 1950:
  - Eseguire calcoli complicati in tempi brevi.
  - Elaborare/recuperare/trasmettere grandi quantità di dati in tempi brevi.
  - Trasferire attività ripetitive o complesse dalle persone alle macchine.
- L'invenzione della stampa nel 1400 iniziò a favorire nel mondo una maggiore diffusione della conoscenza.

Quali Sono gli Impatti?

- Impatto socio-economico dell'informatica a partire dagli anni 1950:
  - Eseguire calcoli complicati in tempi brevi.
  - Elaborare/recuperare/trasmettere grandi quantità di dati in tempi brevi.
  - Trasferire attività ripetitive o complesse dalle persone alle macchine.
- L'invenzione della stampa nel 1400 iniziò a favorire nel mondo una maggiore diffusione della conoscenza.
- La rivoluzione industriale nel 1700 ampliò le nostre capacità fisiche attraverso l'introduzione di macchine automatiche.

Quali Sono gli Impatti?

- Impatto socio-economico dell'informatica a partire dagli anni 1950:
  - Eseguire calcoli complicati in tempi brevi.
  - Elaborare/recuperare/trasmettere grandi quantità di dati in tempi brevi.
  - Trasferire attività ripetitive o complesse dalle persone alle macchine.
- L'invenzione della stampa nel 1400 iniziò a favorire nel mondo una maggiore diffusione della conoscenza.
- La rivoluzione industriale nel 1700 ampliò le nostre capacità fisiche attraverso l'introduzione di macchine automatiche.
- La trasformazione digitale basata su elettronica e informatica sta estendendo in misura crescente le nostre capacità cognitive mediante dispositivi programmabili come computer e smartphone nonché la propagazione di dati digitali su Internet.

- Un altro aspetto socio-economico è dato da comunità nonprofit di persone che sviluppano e manutengono software open source.
- Essere open source (cioè ispezionabile) è un prerequisito tecnico per essere un software libero.

- Un altro aspetto socio-economico è dato da comunità nonprofit di persone che sviluppano e manutengono software open source.
- Essere open source (cioè ispezionabile) è un prerequisito tecnico per essere un software libero.
- Free Software Foundation fondata da Richard Stallman (1985):
  - Libertà di eseguire il programma per qualsiasi scopo.
  - Libertà di studiare il programma e di modificarlo.
  - Libertà di distribuire copie del programma a chiunque ne abbia bisogno.
  - Libertà di migliorare il programma e di distribuirne pubblicamente i miglioramenti in modo tale che chiunque ne possa beneficiare.
- Esempi: GNU/Linux, Firefox, WordPress, LibreOffice, Moodle, ...

- Il pensiero computazionale è il contributo culturale dell'informatica, inteso come processo mentale finalizzato alla risoluzione di problemi.
- Espressione coniata da Jeannette Wing (2006).

- Il pensiero computazionale è il contributo culturale dell'informatica, inteso come processo mentale finalizzato alla risoluzione di problemi.
- Espressione coniata da Jeannette Wing (2006).
- Combinazione di:
  - Metodi caratteristici dell'informatica:
    - Analisi algoritmica dei problemi.
    - Rappresentazione digitale dei dati.
    - Automazione delle soluzioni.
  - Capacità intellettuali generali:
    - Affrontare la complessità.
    - Confrontare le alternative.
- Variante computazionale del pensiero astratto della matematica: *il software è immateriale!*

Cenni di Storia dell'Informatica

Cenni di Storia dell'Informatica

- Pionieri tra 1600 e 1800 (tecnologia meccanica):
  - Blaise Pascal (1623–1662):
    - Macchina meccanica capace di fare addizioni e sottrazioni (1642).

Cenni di Storia dell'Informatica

- Pionieri tra 1600 e 1800 (tecnologia meccanica):
  - Blaise Pascal (1623–1662):
    - Macchina meccanica capace di fare addizioni e sottrazioni (1642).
  - Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646–1716):
    - Macchina meccanica comprensiva di moltiplicazioni e divisioni (1672).
    - Sistema binario, characteristica universalis, calculus ratiocinator.

Cenni di Storia dell'Informatica

- Pionieri tra 1600 e 1800 (tecnologia meccanica):
  - Blaise Pascal (1623–1662):
    - Macchina meccanica capace di fare addizioni e sottrazioni (1642).
  - Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646–1716):
    - Macchina meccanica comprensiva di moltiplicazioni e divisioni (1672).
    - Sistema binario, characteristica universalis, calculus ratiocinator.
  - Charles Babbage (1791–1871):
    - Difference Engine (1822): tabulazione di funzioni polinomiali e quindi approssimazione di funzioni logaritmiche e trigonometriche.
    - Analytical Engine (1834): archetipo di tutti i moderni computer sia per la sua architettura che per il suo insieme di istruzioni.

Cenni di Storia dell'Informatica

- Pionieri tra 1600 e 1800 (tecnologia meccanica):
  - Blaise Pascal (1623–1662):
    - Macchina meccanica capace di fare addizioni e sottrazioni (1642).
  - Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646–1716):
    - Macchina meccanica comprensiva di moltiplicazioni e divisioni (1672).
    - Sistema binario, characteristica universalis, calculus ratiocinator.
  - Charles Babbage (1791–1871):
    - Difference Engine (1822): tabulazione di funzioni polinomiali e quindi approssimazione di funzioni logaritmiche e trigonometriche.
    - Analytical Engine (1834): archetipo di tutti i moderni computer sia per la sua architettura che per il suo insieme di istruzioni.
  - Ada Byron Lovelace (1815–1852):
    - Traduzione del e note sul progetto dell'Analytical Engine (1843).
    - Numeri di Bernoulli: *lei fu la prima persona a programmare nella storia!*

- Alcuni pionieri del 1900 (tecnologia elettronica):
  - Norbert Wiener (1894–1964):
    - Cibernetica: studio interdisciplinare di sistemi naturali e artificiali in termini di controllo, retroazione e comunicazione.

- Alcuni pionieri del 1900 (tecnologia elettronica):
  - Norbert Wiener (1894–1964):
    - Cibernetica: studio interdisciplinare di sistemi naturali e artificiali in termini di controllo, retroazione e comunicazione.
  - Claude Shannon (1916–2001):
    - Connessione tra circuiti elettrici e algebra di George Boole (1847).
    - Teoria dell'informazione: studio della codifica e della trasmissione di informazioni digitali, la cui unità elementare venne da lui chiamata bit.

- Alcuni pionieri del 1900 (tecnologia elettronica):
  - Norbert Wiener (1894–1964):
    - Cibernetica: studio interdisciplinare di sistemi naturali e artificiali in termini di controllo, retroazione e comunicazione.
  - Claude Shannon (1916–2001):
    - Connessione tra circuiti elettrici e algebra di George Boole (1847).
    - Teoria dell'informazione: studio della codifica e della trasmissione di informazioni digitali, la cui unità elementare venne da lui chiamata bit.
  - Alan Turing (1912–1954):
    - Macchina di Turing (MT): prima descrizione del concetto di algoritmo.
    - Macchina di Turing universale (MTU): visione del software in termini di schema di computazione non più cablato nell'hardware.
    - Crittografia e intelligenza artificiale.

- Alcuni pionieri del 1900 (tecnologia elettronica):
  - Norbert Wiener (1894–1964):
    - Cibernetica: studio interdisciplinare di sistemi naturali e artificiali in termini di controllo, retroazione e comunicazione.
  - Claude Shannon (1916–2001):
    - Connessione tra circuiti elettrici e algebra di George Boole (1847).
    - Teoria dell'informazione: studio della codifica e della trasmissione di informazioni digitali, la cui unità elementare venne da lui chiamata bit.
  - Alan Turing (1912–1954):
    - Macchina di Turing (MT): prima descrizione del concetto di algoritmo.
    - Macchina di Turing universale (MTU): visione del software in termini di schema di computazione non più cablato nell'hardware.
    - Crittografia e intelligenza artificiale.
  - John Von Neumann (1903–1957):
    - Dai plugboard computer agli stored program computer (MTU).
    - Dall'aritmetica decimale seriale all'aritmetica binaria parallela.
    - Teoria dei giochi e fisica quantistica.

- Pionieri italiani:
  - Adriano Olivetti (1901–1960):
    - Elea 9003 (1957): *primo computer interamente basato su transistor*, progettato alla Olivetti da Mario Tchou (1924–1961).
    - P101 (1964): *primo personal computer della storia*, progettato alla Olivetti da Pier Giorgio Perotto (1930–2002).

- Pionieri italiani:
  - Adriano Olivetti (1901–1960):
    - Elea 9003 (1957): *primo computer interamente basato su transistor*, progettato alla Olivetti da Mario Tchou (1924–1961).
    - P101 (1964): *primo personal computer della storia*, progettato alla Olivetti da Pier Giorgio Perotto (1930–2002).
  - CEP – Calcolatrice Elettronica Pisana (1961):
    - Primo computer scientifico progettato in Italia, all'Università di Pisa, un'iniziativa promossa da Enrico Fermi e Adriano Olivetti.

- Pionieri italiani:
  - Adriano Olivetti (1901–1960):
    - Elea 9003 (1957): *primo computer interamente basato su transistor*, progettato alla Olivetti da Mario Tchou (1924–1961).
    - P101 (1964): *primo personal computer della storia*, progettato alla Olivetti da Pier Giorgio Perotto (1930–2002).
  - CEP – Calcolatrice Elettronica Pisana (1961):
    - Primo computer scientifico progettato in Italia, all'Università di Pisa, un'iniziativa promossa da Enrico Fermi e Adriano Olivetti.
  - Federico Faggin (1941):
    - Progettò il primo microprocessore della storia alla Intel (1971).
    - Sviluppò i primi touchpad e touchscreen (fine anni 1980).

- Velocità di calcolo e capacità di memoria crescenti come pure costi e dimensioni calanti dell'hw (ENIAC vs. computer moderni):
  - Tubi a vuoto $\rightarrow$ transistor $\rightarrow$ circuiti integrati $\rightarrow$ VLSI $\rightarrow$ ...
- Sistemi operativi, basi di dati, reti di calcolatori (1969: Internet).
- Crescente complessità dei sistemi di elaborazione:
  - *Sequenziali* $\rightarrow$ *concorrenti* $\rightarrow$ *distribuiti* $\rightarrow$ *decentralizzati* (DLT) $\rightarrow$ ...

- Velocità di calcolo e capacità di memoria crescenti come pure costi e dimensioni calanti dell'hw (ENIAC vs. computer moderni):
  - Tubi a vuoto $\rightarrow$ transistor $\rightarrow$ circuiti integrati $\rightarrow$ VLSI $\rightarrow$ ...
- Sistemi operativi, basi di dati, reti di calcolatori (1969: Internet).
- Crescente complessità dei sistemi di elaborazione:
  - *Sequenziali* $\rightarrow$ *concorrenti* $\rightarrow$ *distribuiti* $\rightarrow$ *decentralizzati* (DLT) $\rightarrow$ ...
- Mobile computing: dispositivi non vincolati a locazioni fisiche (IoT).
- Global computing: astrazione di un singolo computer globale accessibile ovunque in ogni momento (cloud, edge, fog).
- Autonomic computing: caratteristiche di autogestione per adattarsi a cambiamenti imprevisti (sensori, attuatori, politiche, AI).

- Linguaggi di programmazione:
  - *Imperativi procedurali*: Fortran, Cobol, Algol, Basic, Pascal, C, ...
  - *Imperativi a oggetti*: Simula, Smalltalk, C++, Java, C#, ...
  - *Dichiarativi*: Lisp, Scheme, ML, Haskell, Prolog, ...
  - *Concorrenti*: Modula, Ada, Occam, Erlang, Scala, ...

- Linguaggi di programmazione:
  - *Imperativi procedurali*: Fortran, Cobol, Algol, Basic, Pascal, C, ...
  - *Imperativi a oggetti*: Simula, Smalltalk, C++, Java, C#, ...
  - *Dichiarativi*: Lisp, Scheme, ML, Haskell, Prolog, ...
  - *Concorrenti*: Modula, Ada, Occam, Erlang, Scala, ...
- Altri linguaggi:
  - *Script*: shell, Perl/Raku, Tcl/Tk, Python, PHP, JavaScript, Ruby, ...
  - *Interrogazione*: SQL, ...
  - *Markup*: HTML, XML, LaTeX, ...
  - *Modellazione*: UML, AADL, ...

- Linguaggi di programmazione:
  - *Imperativi procedurali*: Fortran, Cobol, Algol, Basic, Pascal, C, ...
  - *Imperativi a oggetti*: Simula, Smalltalk, C++, Java, C#, ...
  - *Dichiarativi*: Lisp, Scheme, ML, Haskell, Prolog, ...
  - *Concorrenti*: Modula, Ada, Occam, Erlang, Scala, ...
- Altri linguaggi:
  - *Script*: shell, Perl/Raku, Tcl/Tk, Python, PHP, JavaScript, Ruby, ...
  - *Interrogazione*: SQL, ...
  - *Markup*: HTML, XML, LaTeX, ...
  - *Modellazione*: UML, AADL, ...
- Linguaggi per reversible computing (minore consumo di energia).
- Linguaggi per quantum computing (minore tempo di esecuzione).

Perché Teoria e Metodologia? Disastri Informatici

- Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione sono *pervasive*.
- Malfunzionamenti, inefficienze, falle di sicurezza, interfacce scadenti.
- Tali errori comportano dispendio di tempo e denaro per chi crea sw.
- Perdite di vite umane e disastri ambientali se il sw è safety-critical!
- `https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_software_bugs`

Perché Teoria e Metodologia? Disastri Informatici

- Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione sono *pervasive*.
- Malfunzionamenti, inefficienze, falle di sicurezza, interfacce scadenti.
- Tali errori comportano dispendio di tempo e denaro per chi crea sw.
- Perdite di vite umane e disastri ambientali se il sw è safety-critical!
- `https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_software_bugs`
- Metodologie per guidare progettazione, sviluppo e dispiegamento sw.
- Il testing del software non garantisce l'assenza di errori.
- È necessaria la verifica del software:
  - Annotazione del programma (logica di Floyd-Hoare, separation logic) e verifica deduttiva (precondizioni-postcondizioni, invarianti).
  - Modello del programma, formalizzazione delle proprietà (logica modale, logica temporale) e model ckecking (più generazione di controesempi).

https://informatica.uniurb.it/

Genesi di Informatica a UniUrb

- Il corso di laurea triennale in Informatica Applicata di UniUrb venne attivato nell'a.a. 2001/2002 come "progetto di Ateneo con il coinvolgimento e la partecipazione di diverse facoltà".
- Il Rettore Carlo Bo nominò nel 2000 una commissione incaricata di:
  - "fornire indicazioni sulla organizzazione delle attività didattiche";
  - "suggerire i raccordi fondamentali con realtà produttive e di ricerca".
- Presieduta dal Preside Mauro Magnani e composta da docenti di UniBo e PoliTo, oltre che da Umberto Paolucci di Microsoft.
- Il corso di laurea magistrale fu poi attivato nell'a.a. 2020/2021.

Genesi di Informatica a UniUrb

- Il corso di laurea triennale in Informatica Applicata di UniUrb venne attivato nell'a.a. 2001/2002 come "progetto di Ateneo con il coinvolgimento e la partecipazione di diverse facoltà".
- Il Rettore Carlo Bo nominò nel 2000 una commissione incaricata di:
  - "fornire indicazioni sulla organizzazione delle attività didattiche";
  - "suggerire i raccordi fondamentali con realtà produttive e di ricerca".
- Presieduta dal Preside Mauro Magnani e composta da docenti di UniBo e PoliTo, oltre che da Umberto Paolucci di Microsoft.
- Il corso di laurea magistrale fu poi attivato nell'a.a. 2020/2021.
- L'aggettivo Applicata denotava la sinergia tra più ambiti:
  - Scienze informatiche (aspetti teorici e metodologici).
  - Ingegneria dell'informazione (aspetti sistemistici e applicativi).
  - Ingegneria elettronica.
- Nuove epigrafi e immagine dall'a.a. 2023/2024.

Piano degli Studi della Triennale

- Primo anno:
  - Programmazione Procedurale.
  - Algoritmi e Strutture Dati.
  - Reti Logiche.
  - Architettura degli Elaboratori.

Piano degli Studi della Triennale

- Primo anno:
  - Programmazione Procedurale.
  - Algoritmi e Strutture Dati.
  - Reti Logiche.
  - Architettura degli Elaboratori.
- Secondo anno:
  - Programmazione e Modellazione a Oggetti.
  - Ingegneria e Architettura del Software.
  - Sistemi Operativi.

Piano degli Studi della Triennale

- Primo anno:
  - Programmazione Procedurale.
  - Algoritmi e Strutture Dati.
  - Reti Logiche.
  - Architettura degli Elaboratori.
- Secondo anno:
  - Programmazione e Modellazione a Oggetti.
  - Ingegneria e Architettura del Software.
  - Sistemi Operativi.
- Terzo anno:
  - Programmazione Logica e Funzionale.
  - Linguaggi di Programmazione e Verifica del Software.
  - Basi di Dati.
  - Reti di Calcolatori.

- Pilastro programmazione software + pilastro sistemi di elaborazione.
- Linguaggi di programmazione insegnati nel corso dei tre anni:
  - C $\rightsquigarrow$ linguaggio imperativo procedurale.
  - Java, C++, C#, Python $\rightsquigarrow$ linguaggi imperativi a oggetti.
  - Haskell $\rightsquigarrow$ linguaggio dichiarativo funzionale.
  - Prolog $\rightsquigarrow$ linguaggio dichiarativo logico.
- Altri linguaggi insegnati:
  - UML $\rightsquigarrow$ linguaggio di modellazione di software a oggetti.
  - SQL $\rightsquigarrow$ linguaggio di interrogazione di basi di dati.

- Pilastro programmazione software + pilastro sistemi di elaborazione.
- Linguaggi di programmazione insegnati nel corso dei tre anni:
  - C $\rightsquigarrow$ linguaggio imperativo procedurale.
  - Java, C++, C#, Python $\rightsquigarrow$ linguaggi imperativi a oggetti.
  - Haskell $\rightsquigarrow$ linguaggio dichiarativo funzionale.
  - Prolog $\rightsquigarrow$ linguaggio dichiarativo logico.
- Altri linguaggi insegnati:
  - UML $\rightsquigarrow$ linguaggio di modellazione di software a oggetti.
  - SQL $\rightsquigarrow$ linguaggio di interrogazione di basi di dati.
- Ogni insegnamento di area informatica si compone di due parti:
  - Una parte teorica, in aule dotate di computer con videoproiettore, lavagna di ardesia con webcam fissa, touch board con smart webcam.
  - Una parte pratica, in un laboratorio dotato di personal computer coi sistemi operativi Linux (open source) e Windows (proprietario).
- L'esame comprende un progetto, una prova scritta e una prova orale.

- Formazione matematico-fisica:
  - Logica, Algebra e Geometria (I).
  - Analisi Matematica 1 (I).
  - Analisi Matematica 2 (II).
  - Probabilità e Statistica Matematica (II).
  - Fisica Generale (II).

- Formazione matematico-fisica:
  - Logica, Algebra e Geometria (I).
  - Analisi Matematica 1 (I).
  - Analisi Matematica 2 (II).
  - Probabilità e Statistica Matematica (II).
  - Fisica Generale (II).
- Curricula tra cui scegliere (II, III):
  - Segnali, Simulazione e Quantum Computing.
  - Piattaforme Digitali per il Monitoraggio del Territorio.
  - Economia e Diritto dell'Informatica.
  - Comunicazione e Media Digitali.

- Formazione matematico-fisica:
  - Logica, Algebra e Geometria (I).
  - Analisi Matematica 1 (I).
  - Analisi Matematica 2 (II).
  - Probabilità e Statistica Matematica (II).
  - Fisica Generale (II).
- Curricula tra cui scegliere (II, III):
  - Segnali, Simulazione e Quantum Computing.
  - Piattaforme Digitali per il Monitoraggio del Territorio.
  - Economia e Diritto dell'Informatica.
  - Comunicazione e Media Digitali.
- Insegnamenti erogati come MOOC:
  - Pensiero Computazionale in Classe (I).
  - Umano Digitale (I).
- Insegnamenti a scelta, seminari, tirocini/stage, tesi.

All'Inizio del Percorso Triennale

- L'immatricolazione avviene in modalità telematica.
- L'iscrizione alla triennale prevede il sostenimento di una prova di verifica della preparazione iniziale (VPI) attraverso TOLC-S o TOLC-I.
- In settembre vengono organizzati dei precorsi di matematica sia per preparare alla prova di VPI che per colmare eventuali lacune.

All'Inizio del Percorso Triennale

- L'immatricolazione avviene in modalità telematica.
- L'iscrizione alla triennale prevede il sostenimento di una prova di verifica della preparazione iniziale (VPI) attraverso TOLC-S o TOLC-I.
- In settembre vengono organizzati dei precorsi di matematica sia per preparare alla prova di VPI che per colmare eventuali lacune.
- Se la prova non viene superata o sostenuta nei tempi previsti, vengono attribuiti degli obblighi formativi aggiuntivi (OFA).
- Chi ha OFA da assolvere non può sostenere gli esami di insegnamenti del secondo e terzo anno!
- Il percorso triennale prevede l'acquisizione di 180 CFU, dove 1 CFU = 25 ore di attività da parte di chi studia (frequenza lezioni, studio individuale, tirocinio/stage, tesi).

Durante il Percorso Triennale

- Le lezioni degli insegnamenti di area informatica del primo anno non presuppongono il possesso di conoscenze pregresse ...
- ... ma è fondamentale studiare con regolarità!
- La frequenza a lezioni ed esercitazioni è fortemente consigliata.
- Piano di studi diluito su 6 anni per chi lavora.

Durante il Percorso Triennale

- Le lezioni degli insegnamenti di area informatica del primo anno non presuppongono il possesso di conoscenze pregresse ...
- ... ma è fondamentale studiare con regolarità!
- La frequenza a lezioni ed esercitazioni è fortemente consigliata.
- Piano di studi diluito su 6 anni per chi lavora.
- Due periodi didattici:
  - Primo semestre: da metà settembre a fine dicembre (12 settimane).
  - Secondo semestre: da metà febbraio a fine maggio (12 settimane).
- Tre sessioni d'esame:
  - Sessione invernale: da inizio gennaio a metà febbraio (6 settimane).
  - Sessione estiva: da inizio giugno a metà luglio (6 settimane).
  - Sessione autunnale: da fine agosto a metà settembre (4 settimane).
- Seminari tenuti da esperti e stage presso aziende.

Alla Fine del Percorso Triennale

- La laurea in Informatica – Scienza e Tecnologia consente l'accesso:
  - alle lauree magistrali in Informatica col riconoscimento dei 180 CFU;
  - all'Esame di Stato per l'iscrizione all'Albo degli Ingegneri Juniores;
  - al mondo del lavoro con ottime prospettive (fonte AlmaLaurea).

Alla Fine del Percorso Triennale

- La laurea in Informatica – Scienza e Tecnologia consente l'accesso:
  - alle lauree magistrali in Informatica col riconoscimento dei 180 CFU;
  - all'Esame di Stato per l'iscrizione all'Albo degli Ingegneri Juniores;
  - al mondo del lavoro con ottime prospettive (fonte AlmaLaurea).
- Profili professionali:
  - Tecnico programmatore.
  - Tecnico esperto in applicazioni.
  - Tecnico web.
  - Tecnico gestore di basi di dati.
  - Tecnico gestore di reti e di sistemi telematici.
- Sbocchi occupazionali:
  - Libera professione nel settore ICT.
  - Società di consulenza, progettazione, fornitura di servizi digitali.
  - Aziende e organizzazioni pubbliche e private con esigenze informatiche.

Percorso Biennale della Laurea Magistrale

- Primo anno:
  - Programmazione di Dispositivi Mobili e Interfacce Utente.
  - Sistemi Distribuiti e Decentralizzati.
  - Sicurezza Informatica.
  - Machine Learning.

Percorso Biennale della Laurea Magistrale

- Primo anno:
  - Programmazione di Dispositivi Mobili e Interfacce Utente.
  - Sistemi Distribuiti e Decentralizzati.
  - Sicurezza Informatica.
  - Machine Learning.
- Secondo anno:
  - Programmazione per l'Internet of Things.
  - Applicazioni Distribuite e Cloud Computing.

Percorso Biennale della Laurea Magistrale

- Primo anno:
  - Programmazione di Dispositivi Mobili e Interfacce Utente.
  - Sistemi Distribuiti e Decentralizzati.
  - Sicurezza Informatica.
  - Machine Learning.
- Secondo anno:
  - Programmazione per l'Internet of Things.
  - Applicazioni Distribuite e Cloud Computing.
- Formazione matematico-fisica:
  - Metodi Numerici per l'Algebra Lineare e l'Analisi Funzionale (I).
  - Elaborazione dei Dati Sperimentali (II).

Percorso Biennale della Laurea Magistrale

- Primo anno:
  - Programmazione di Dispositivi Mobili e Interfacce Utente.
  - Sistemi Distribuiti e Decentralizzati.
  - Sicurezza Informatica.
  - Machine Learning.
- Secondo anno:
  - Programmazione per l'Internet of Things.
  - Applicazioni Distribuite e Cloud Computing.
- Formazione matematico-fisica:
  - Metodi Numerici per l'Algebra Lineare e l'Analisi Funzionale (I).
  - Elaborazione dei Dati Sperimentali (II).
- Curricula tra cui scegliere:
  - Intelligenza Artificiale (principi, deep learning).
  - Analisi Sociologica delle Tecnologie Digitali.

- Direzioni strategiche ed esigenze socio-economiche:
  - Digitalizzazione e dematerializzazione.
  - Crescita del mercato digitale.
  - Industrie e imprese innovative.
  - AI per la green economy.
  - App per smart device.
- Didattica erogata in modalità mista presenza-distanza per venire incontro alle esigenze di chi già lavora.

- Direzioni strategiche ed esigenze socio-economiche:
  - Digitalizzazione e dematerializzazione.
  - Crescita del mercato digitale.
  - Industrie e imprese innovative.
  - AI per la green economy.
  - App per smart device.
- Didattica erogata in modalità mista presenza-distanza
  per venire incontro alle esigenze di chi già lavora.
- La laurea in Informatica e Innovazione Digitale consente l'accesso:
  - ai dottorati di ricerca in Informatica;
  - all'Esame di Stato per l'iscrizione all'Albo degli Ingegneri Seniores;
  - al mondo del lavoro con ottime prospettive (fonte AlmaLaurea).
- Profili professionali:
  - Mobile/IoT system and application designer/developer.
  - Security/Network specialist.
  - Big data analyst.

Servizi e Opportunità di UniUrb

- Identità digitale per l'utilizzo di tutti i servizi telematici.
- Posta elettronica, cloud storage e webconference (Google suite).
- WiFi disponibile in tutti gli edifici dell'Ateneo.
- Gestione dematerializzata della carriera studentesca.
- Piattaforma Moodle per materiale didattico, prove di autovalutazione e forum di discussione docenti-studenti (blended learning).

Servizi e Opportunità di UniUrb

- Identità digitale per l'utilizzo di tutti i servizi telematici.
- Posta elettronica, cloud storage e webconference (Google suite).
- WiFi disponibile in tutti gli edifici dell'Ateneo.
- Gestione dematerializzata della carriera studentesca.
- Piattaforma Moodle per materiale didattico, prove di autovalutazione e forum di discussione docenti-studenti (blended learning).
- Competenze trasversali attraverso corsi erogati dal CISDEL – Centro Integrato Servizi Didattici ed E-Learning di UniUrb.
- Servizi linguistici, sportivi, di tutorato e di supporto psicologico.
- Servizi di ristorazione e alloggio gestiti da ERDiS.
- Borse di studio e agevolazioni tasse di iscrizione.

https://informatica.uniurb.it/

Programmi Ricorsivi e Principio di Induzione

- Un problema complesso viene suddiviso in sottoproblemi più semplici così la soluzione viene ottenuta combinando quelle dei sottoproblemi.

Programmi Ricorsivi e Principio di Induzione

- Un problema complesso viene suddiviso in sottoproblemi più semplici così la soluzione viene ottenuta combinando quelle dei sottoproblemi.
- Quando i sottoproblemi sono della *stessa natura del problema originale* si può adottare uno schema di soluzione ricorsivo:
  - Individuare uno o più casi base, per i quali si può ricavare direttamente la soluzione del problema.
  - Definire uno o più casi generali attraverso un insieme di sottoproblemi della stessa natura di quello originale ma più vicini ai casi base.

Programmi Ricorsivi e Principio di Induzione

- Un problema complesso viene suddiviso in sottoproblemi più semplici così la soluzione viene ottenuta combinando quelle dei sottoproblemi.
- Quando i sottoproblemi sono della *stessa natura del problema originale* si può adottare uno schema di soluzione ricorsivo:
  - Individuare uno o più casi base, per i quali si può ricavare direttamente la soluzione del problema.
  - Definire uno o più casi generali attraverso un insieme di sottoproblemi della stessa natura di quello originale ma più vicini ai casi base.
- La ricorsione è uno strumento molto potente:
  - Affrontare problemi altrimenti ingestibili (problema delle torri di Hanoi).
  - Risolvere problemi in maniera più efficiente (mergesort e quicksort).
  - Definire in modo naturale certe strutture dati (liste e alberi).
- La sua base teorica è il principio di induzione.

- $\mathbb{N}$ è infinito e quindi non può essere definito elencandone gli elementi.
- Definizione assiomatica di Dedekind-Peano in teoria degli insiemi:
  1. Esiste un elemento $0 \in \mathbb{N}$.
  2. Esiste una funzione totale $succ : \mathbb{N} \to \mathbb{N}$.
  3. Per ogni $n \in \mathbb{N}$, $succ(n) \neq 0$.
  4. Per ogni $n, n' \in \mathbb{N}$, se $n \neq n'$ allora $succ(n) \neq succ(n')$.
  5. Se M è un sottoinsieme di $\mathbb{N}$ tale che:
     - $0 \in M$;
     - per ogni $n \in \mathbb{N}$, $n \in M$ implica $succ(n) \in M$;

     allora $M = \mathbb{N}$ (quindi $\mathbb{N}$ è il più piccolo insieme chiuso su 0 e $succ$).

- $\mathbb{N}$ è infinito e quindi non può essere definito elencandone gli elementi.
- Definizione assiomatica di Dedekind-Peano in teoria degli insiemi:
  1. Esiste un elemento $0 \in \mathbb{N}$.
  2. Esiste una funzione totale $succ : \mathbb{N} \to \mathbb{N}$.
  3. Per ogni $n \in \mathbb{N}$, $succ(n) \neq 0$.
  4. Per ogni $n, n' \in \mathbb{N}$, se $n \neq n'$ allora $succ(n) \neq succ(n')$.
  5. Se M è un sottoinsieme di $\mathbb{N}$ tale che:
     - $0 \in M$;
     - per ogni $n \in \mathbb{N}$, $n \in M$ implica $succ(n) \in M$;

     allora $M = \mathbb{N}$ (quindi $\mathbb{N}$ è il più piccolo insieme chiuso su 0 e $succ$).
- Gli elementi di $\mathbb{N}$ sono dunque 0, $succ(0)$, $succ(succ(0))$, ... dove $succ(0)$ è denotato da 1, $succ(succ(0))$ è denotato da 2, e così via.
- La sequenza finita di simboli della defin. genera un insieme infinito.

- L'ultimo assioma è il principio di induzione, uno dei più potenti strumenti della matematica discreta per definizioni e dimostrazioni.
- Definizione formale dell'intera aritmetica: aritmetica di Peano.

- L'ultimo assioma è il principio di induzione, uno dei più potenti strumenti della matematica discreta per definizioni e dimostrazioni.
- Definizione formale dell'intera aritmetica: aritmetica di Peano.
- Sia $pred : \mathbb{N}_{\neq 0} \to \mathbb{N}$ tale che $pred(succ(n)) = n$ per ogni $n \in \mathbb{N}$ e $succ(pred(n)) = n$ per ogni $n \in \mathbb{N}_{\neq 0}$.
- Definizione formale dell'addizione:

$$m \oplus n = \begin{cases} m & \text{se } n = 0 \\ succ(m) \oplus pred(n) & \text{se } n \neq 0 \end{cases}$$

- Esempio: $5 \oplus 2 = 6 \oplus 1 = 7 \oplus 0 = 7$.

- L'ultimo assioma è il principio di induzione, uno dei più potenti strumenti della matematica discreta per definizioni e dimostrazioni.
- Definizione formale dell'intera aritmetica: aritmetica di Peano.
- Sia $pred : \mathbb{N}_{\neq 0} \to \mathbb{N}$ tale che $pred(succ(n)) = n$ per ogni $n \in \mathbb{N}$ e $succ(pred(n)) = n$ per ogni $n \in \mathbb{N}_{\neq 0}$.
- Definizione formale dell'addizione:

$$m \oplus n = \begin{cases} m & \text{se } n = 0 \\ succ(m) \oplus pred(n) & \text{se } n \neq 0 \end{cases}$$

- Esempio: $5 \oplus 2 = 6 \oplus 1 = 7 \oplus 0 = 7$.
- Definizione formale delle relazioni d'ordine:
  - $m \leq n$ se e solo se esiste $m' \in \mathbb{N}$ tale che $m \oplus m' = n$.
  - $m < n$ se e solo se $m \leq n$ con $m \neq n$.
  - $m \geq n$ se e solo se $n \leq m$ ed $m > n$ se e solo se $n < m$.

- Definizione formale della sottrazione ($m \geq n$):

$$m \ominus n = \begin{cases} m & \text{se } n = 0 \\ pred(m) \ominus pred(n) & \text{se } n > 0 \end{cases}$$

- Definizione formale della sottrazione ($m \geq n$):

$$m \ominus n = \begin{cases} m & \text{se } n = 0 \\ pred(m) \ominus pred(n) & \text{se } n > 0 \end{cases}$$

- Definizione formale della moltiplicazione:

$$m \otimes n = \begin{cases} 0 & \text{se } n = 0 \\ m \oplus (m \otimes pred(n)) & \text{se } n > 0 \end{cases}$$

- Definizione formale della sottrazione ($m \geq n$):

$$m \ominus n = \begin{cases} m & \text{se } n = 0 \\ pred(m) \ominus pred(n) & \text{se } n > 0 \end{cases}$$

- Definizione formale della moltiplicazione:

$$m \otimes n = \begin{cases} 0 & \text{se } n = 0 \\ m \oplus (m \otimes pred(n)) & \text{se } n > 0 \end{cases}$$

- Definizione formale della divisione ($n \neq 0$):

$$m \oslash n = \begin{cases} 0 & \text{se } m < n \\ succ((m \ominus n) \oslash n) & \text{se } m \geq n \end{cases}$$

- Definizione formale della sottrazione ($m \geq n$):

$$m \ominus n = \begin{cases} m & \text{se } n = 0 \\ pred(m) \ominus pred(n) & \text{se } n > 0 \end{cases}$$

- Definizione formale della moltiplicazione:

$$m \otimes n = \begin{cases} 0 & \text{se } n = 0 \\ m \oplus (m \otimes pred(n)) & \text{se } n > 0 \end{cases}$$

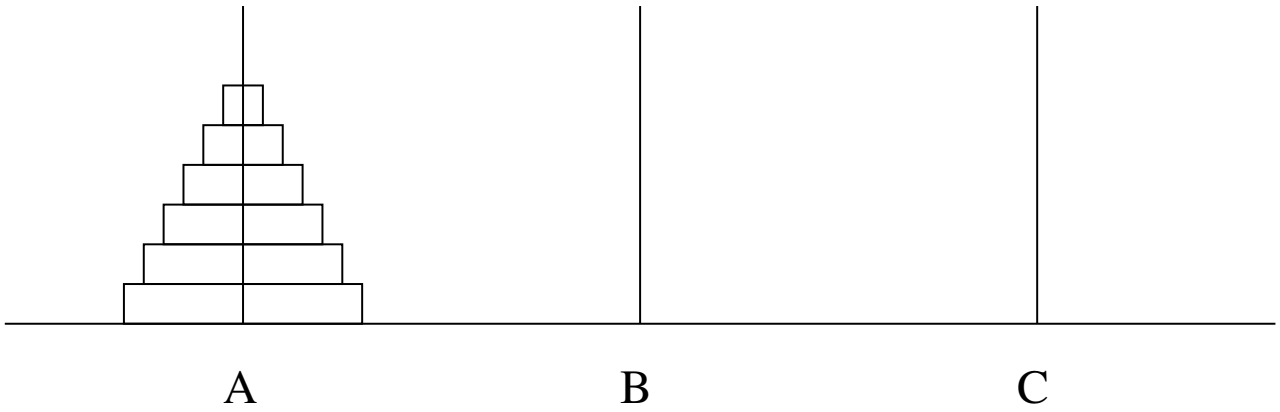
- Definizione formale della divisione ($n \neq 0$):

$$m \oslash n = \begin{cases} 0 & \text{se } m < n \\ succ((m \ominus n) \oslash n) & \text{se } m \geq n \end{cases}$$

- Esempi:
  - $5 \ominus 2 = 4 \ominus 1 = 3 \ominus 0 = 3$.
  - $5 \otimes 2 = 5 \oplus (5 \otimes 1) = 5 \oplus (5 \oplus (5 \otimes 0)) = 5 \oplus (5 \oplus 0) = 5 \oplus 5 = \ldots = 10$.
  - $5 \oslash 2 = succ((5 \ominus 2) \oslash 2) = \ldots = succ(3 \oslash 2) = succ(succ((3 \ominus 2) \oslash 2))$ $= \ldots = succ(succ(1 \oslash 2)) = succ(succ(0)) = succ(1) = 2$.

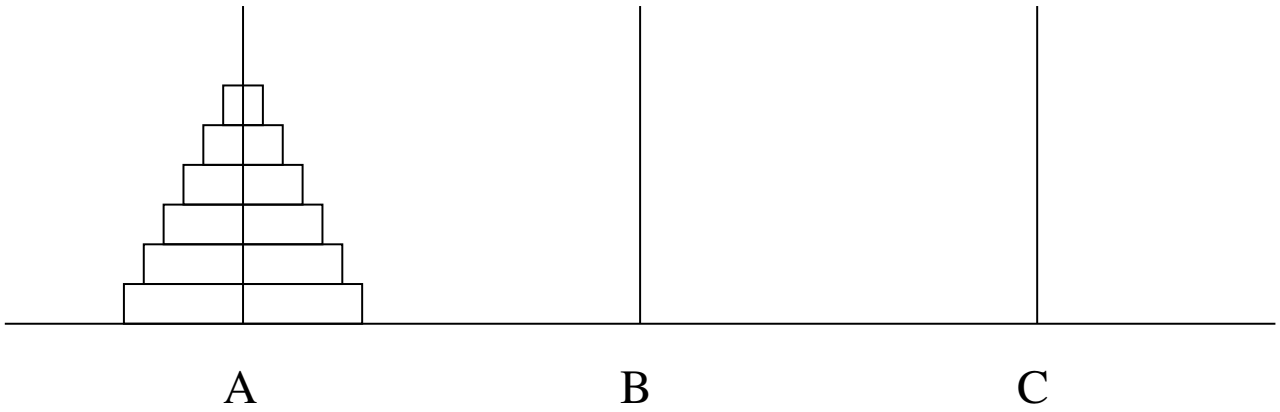
Il Problema delle Torri di Hanoi

- Siano date tre aste denominate A, B, C.
- Sull'asta A sono accatastati $n \geq 1$ dischi di diametro diverso in ordine di diametro decrescente dal basso verso l'alto:



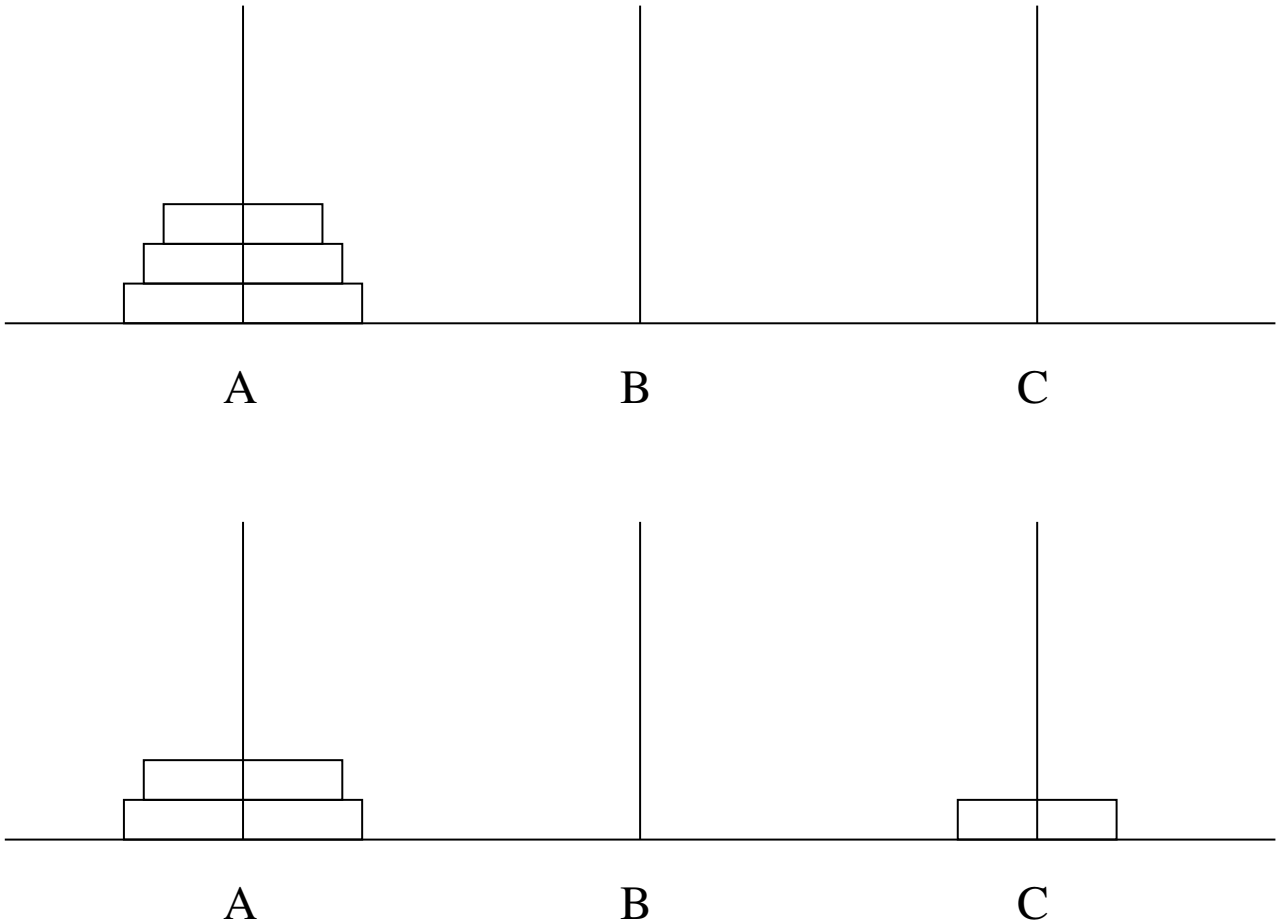
Il Problema delle Torri di Hanoi

- Siano date tre aste denominate A, B, C.
- Sull'asta A sono accatastati $n \geq 1$ dischi di diametro diverso in ordine di diametro decrescente dal basso verso l'alto:

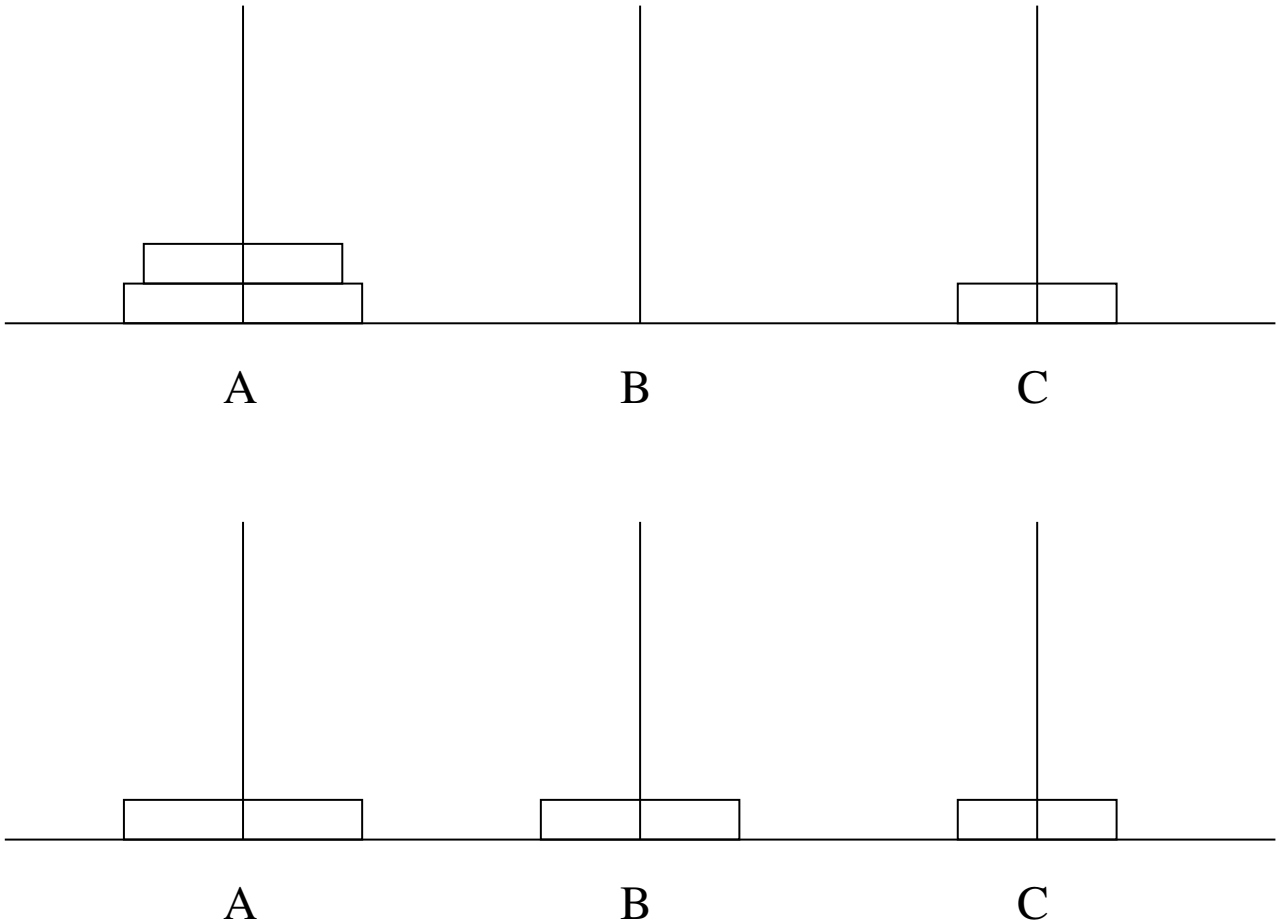


- Spostare i dischi da A a C rispettando le due seguenti regole:
  - È possibile spostare un solo disco alla volta.
  - Un disco non può mai trovarsi sopra uno di diametro inferiore.
- Soluzione banale quando $n = 1$ oppure $n = 2$, meno quando $n = 3$.

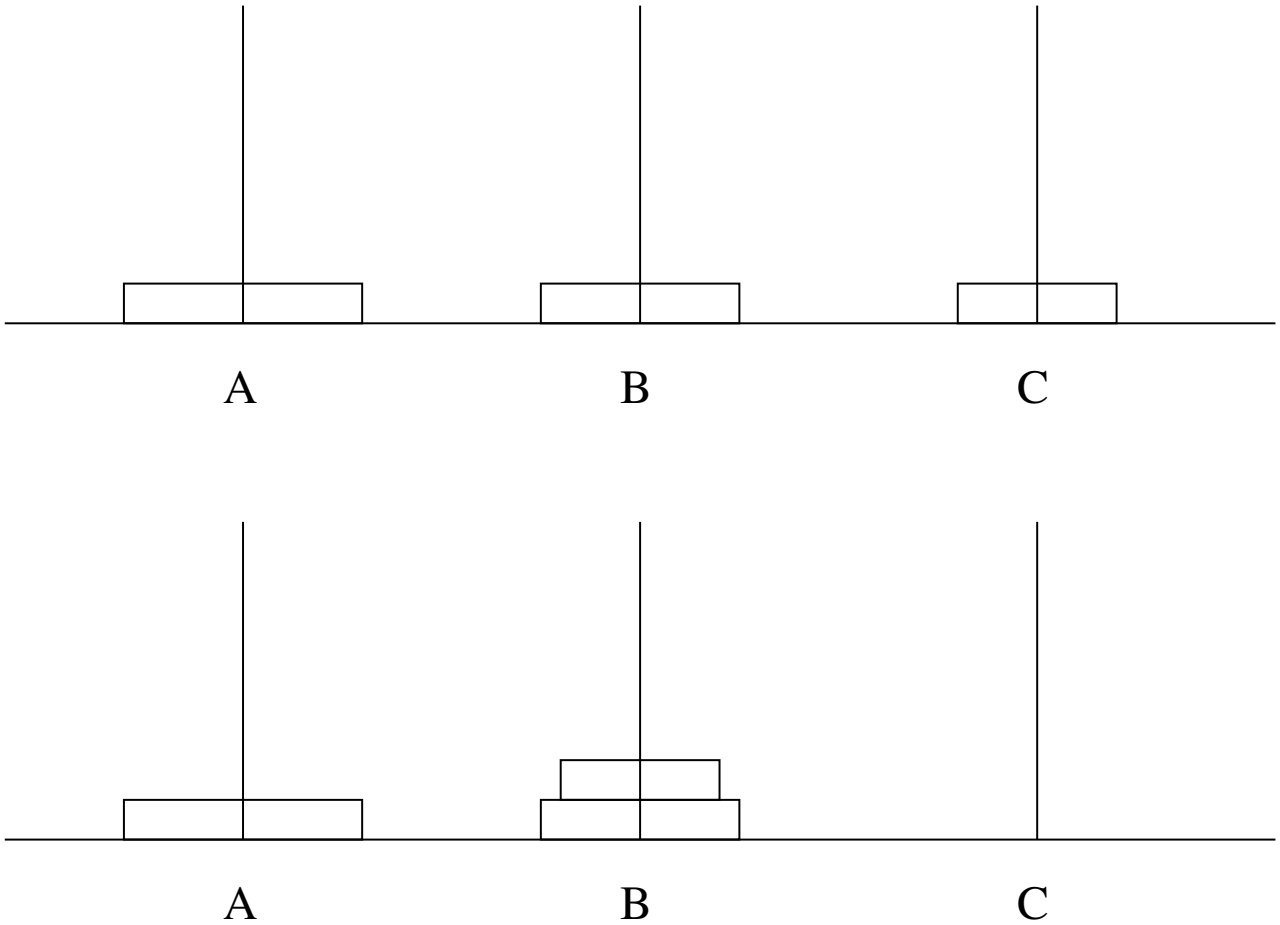
- Mossa 1 quando $n = 3$:



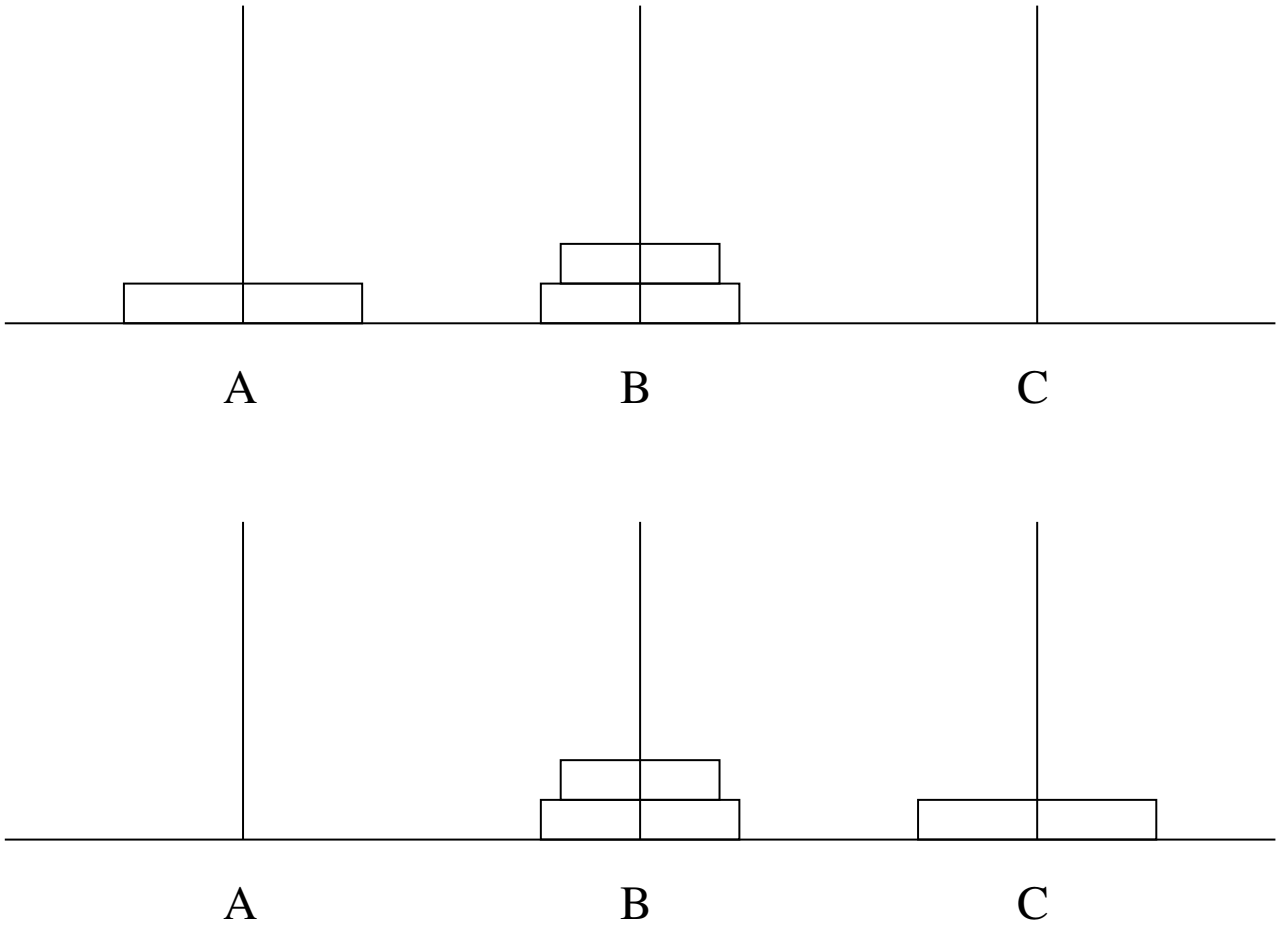
- Mossa 2 quando $n = 3$:



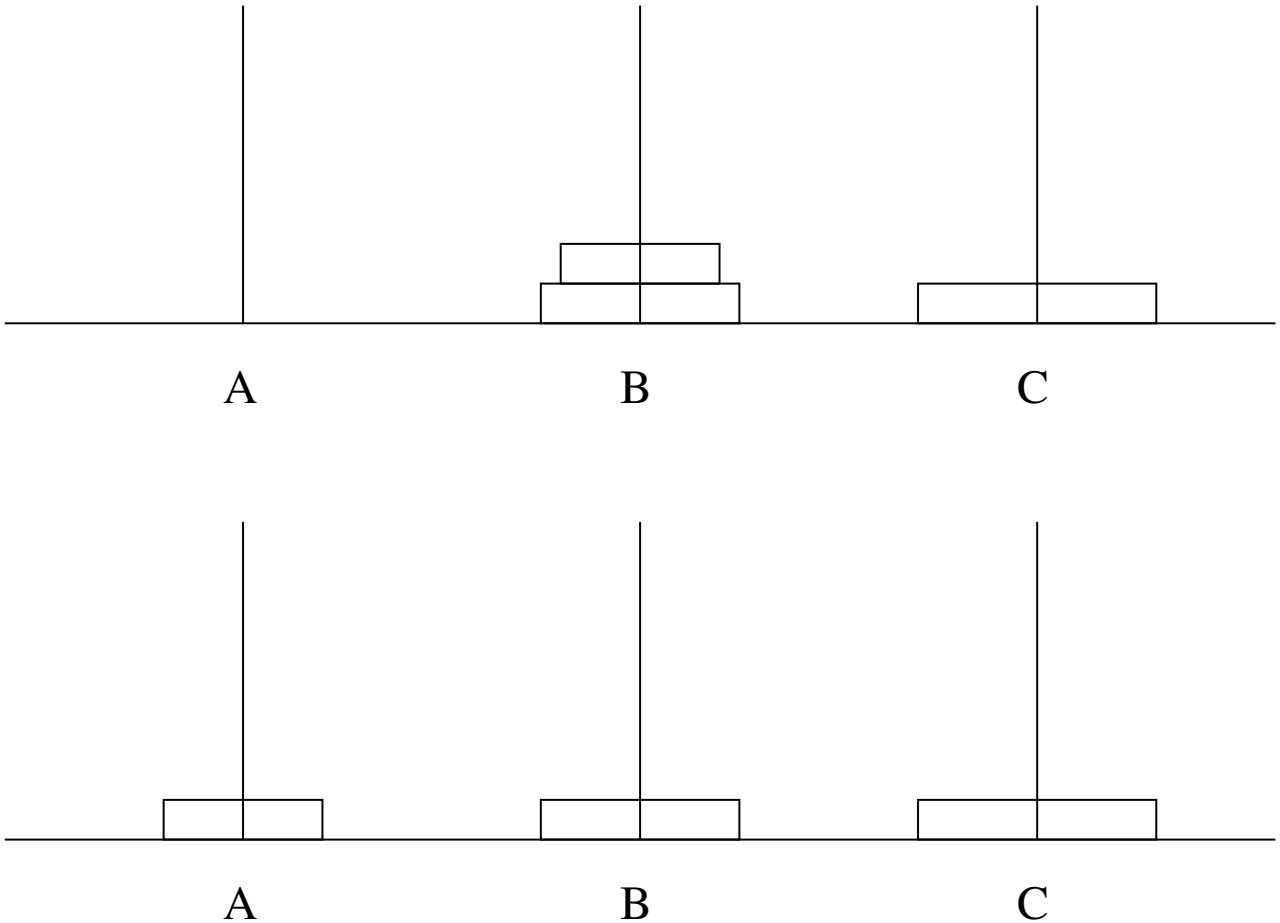
- Mossa 3 quando $n = 3$:



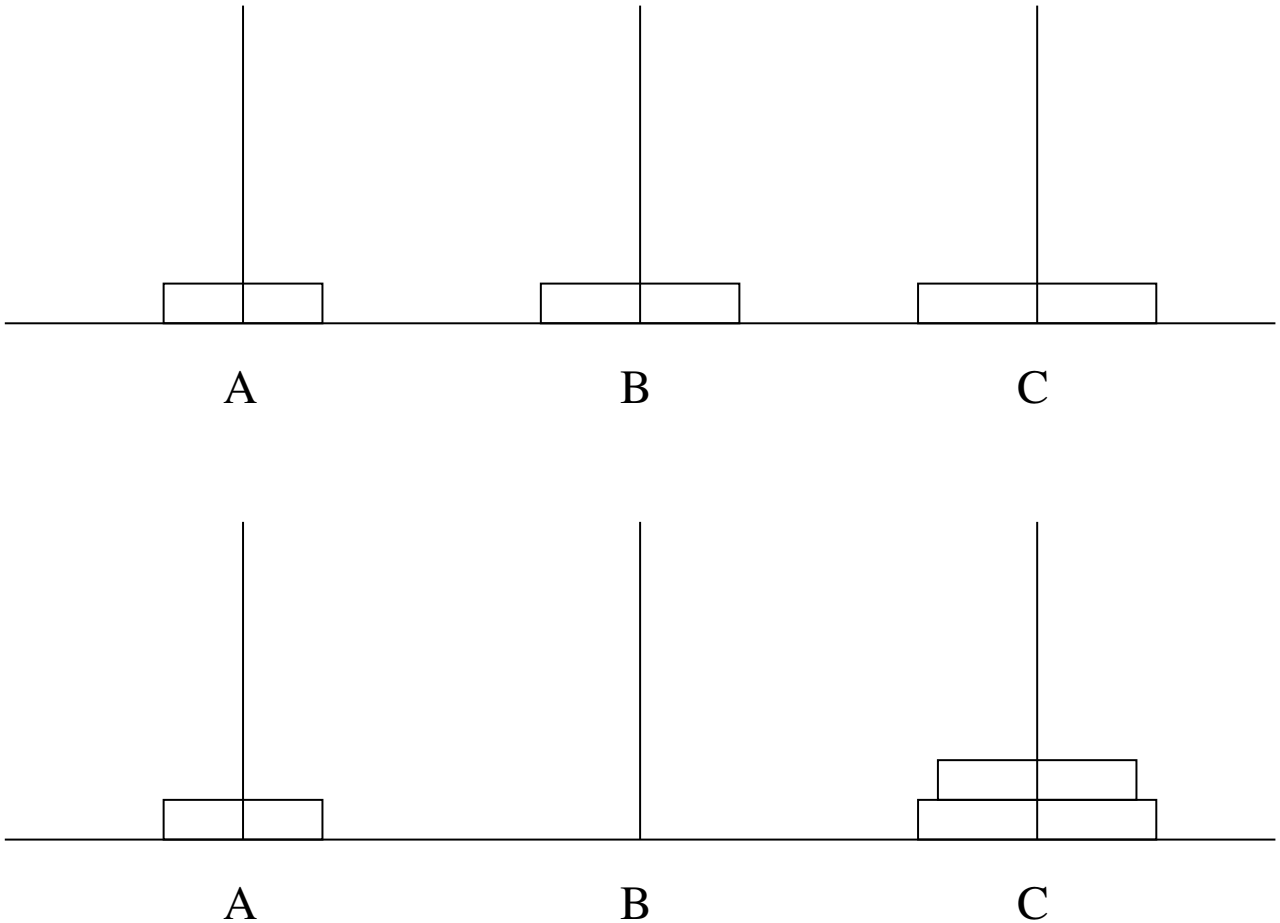
- Mossa 4 quando $n = 3$:



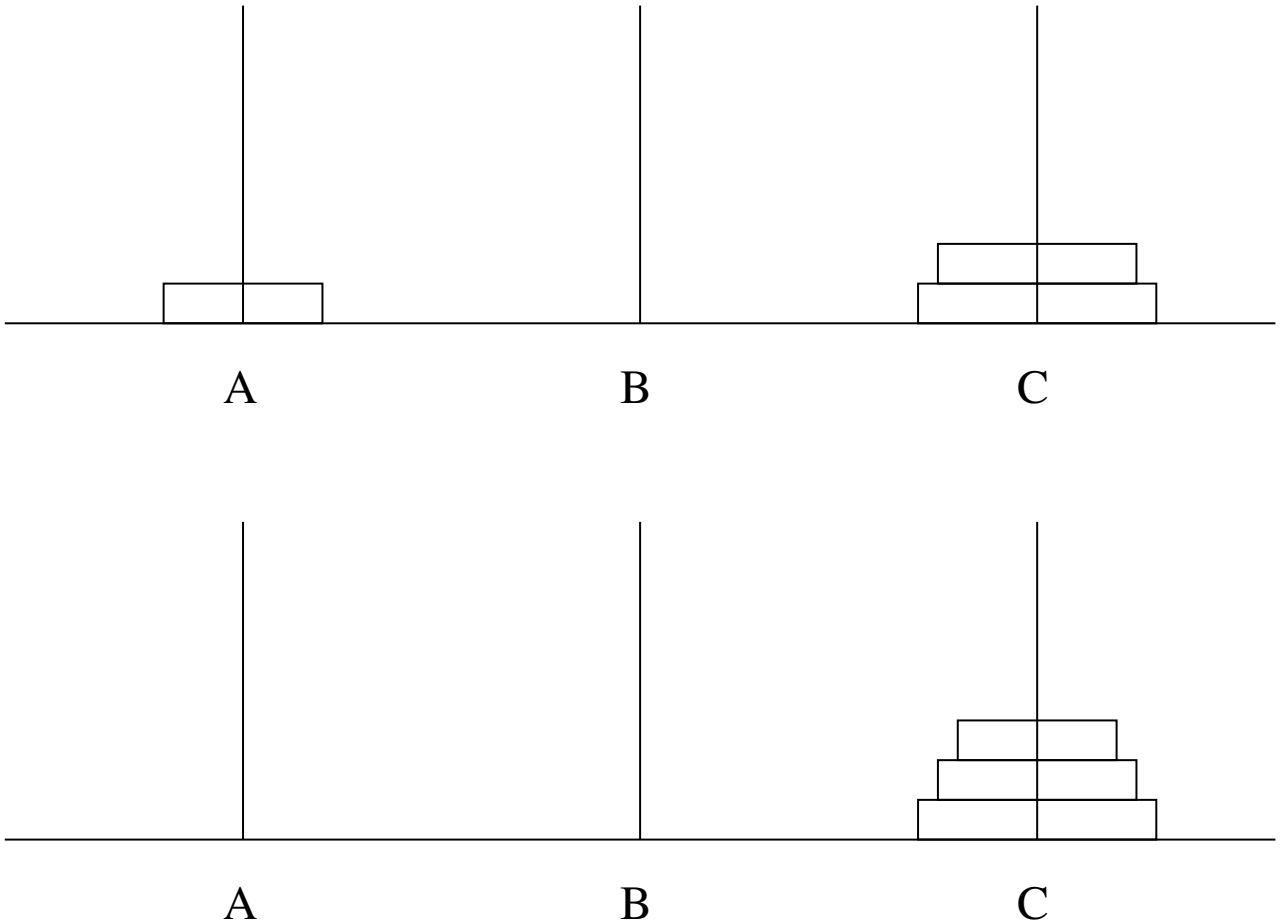
- Mossa 5 quando $n = 3$:



- Mossa 6 quando $n = 3$:



- Mossa 7 quando $n = 3$:



- Quando $n \geq 4$ diventa praticamente impossibile da risolvere a mano.
- Il numero di mosse aumenta esponenzialmente al crescere di n.

- Quando $n \geq 4$ diventa praticamente impossibile da risolvere a mano.
- Il numero di mosse aumenta esponenzialmente al crescere di n.
- Soluzione ricorsiva:
  - Se $n = 1$:
    - Spostare l'unico disco dalla prima alla terza asta.
  - Se $n > 1$:
    - Spostare gli $n - 1$ dischi più piccoli dalla prima alla seconda asta *usando questa soluzione ricorsiva*.
    - Spostare il disco più grande dalla prima alla terza asta.
    - Spostare gli $n - 1$ dischi più piccoli dalla seconda alla terza asta *usando questa soluzione ricorsiva*.
- Ad ogni passo ricorsivo cambia il ruolo delle tre aste.

- Implementazione nel linguaggio C:

```
void hanoi(int  n,              /* n >= 1 */
           char partenza,       /* 'A' nella chiamata iniziale */
           char arrivo,         /* 'C' nella chiamata iniziale */
           char intermedia)     /* 'B' nella chiamata iniziale */
{
  if (n == 1)
    printf("Sposta da %c a %c.\n",
           partenza,
           arrivo);
  else
  {
    hanoi(n - 1,
          partenza,
          intermedia,
          arrivo);
    printf("Sposta da %c a %c.\n",
           partenza,
           arrivo);
    hanoi(n - 1,
          intermedia,
          arrivo,
          partenza);
  }
}
```

https://informatica.uniurb.it/