

# Fondamenti di Informatica T-1

## Modulo 2

---

1

## Obiettivi di questa esercitazione

---

1. Esercizi semplici su funzioni
2. Funzioni ricorsive
3. Funzioni e Header File

2

## ESERCIZIO 1

### (Funzioni)

---

Codificare in C la funzione

```
int max(int x, int y)
```

che restituisce il massimo valore tra due interi.

Codificare in C la funzione

```
int max3(int x, int y, int z)
```

che restituisce il massimo valore fra tre interi, sfruttando la funzione max definita precedentemente.

Definire un possibile main che prende in ingresso i tre valori dall'utente e ne stampa il massimo.

## ESERCIZIO 1 - Soluzione

### (Funzioni)

---

```
int max(int a, int b)
{ if (a>b) return a;
  else return b;
}
```

```
int max3(int a, int b, int c)
{ int max_di_due;
  max_di_due = max(a,b);
  return max(max_di_due,c);
}
```

## ESERCIZIO 1 – Soluzione - Variante (Funzioni)

---

```
int max3(int a, int b, int c)
{
    if (max(a,b) > c)
        return max(a,b);
    else
        return c;
}
```

```
int max3(int a, int b, int c)
{
    return max(max(a,b),c);
}
```

## ESERCIZIO 1 - Soluzione (Funzioni)

---

Un possibile main

```
int main()
{int MAX;
  int v1, v2, v3;
  printf("Inserisci tre interi");
  scanf("%d, %d, %d", &v1,&v2,&v3);
  MAX = max3(v1,v2,v3);
  printf("Massimo valore inserito: %d",MAX);
  return 0;
}
```

NOTA: Prima di chiamare una funzione è necessario definirla. Nel file sorgente quindi prima del `main` e' necessario definire la funzione `max3` e prima di `max3` bisogna definire `max`

## ESERCIZIO 2

### (Funzioni)

---

Si scriva una funzione

```
int somma2(int n);
```

che dato  $n$  deve calcolare  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^i j$

A tal fine si sfrutti una funzione

```
int somma(int n);
```

che dato  $n$  deve calcolare  $\sum_{k=1}^n k$

## ESERCIZIO 2 - Soluzione

### (Funzioni)

---

```
int somma(int n)
{ int k, s=0;
  for (k=1; k<=n; k++)
    s = s + k;
  return s;
}
```

```
int somma2(int n)
{int i, s2 = 0;
  for (i=1; i<=n; i++)
    s2 = s2 + somma(i);
  return s2;
}
```

NOTA: Nel file sorgente prima del `main` e' necessario definire la funzione `somma2` e prima di `somma2` bisogna definire `somma`

## ESERCIZIO 2 - Soluzione

### (Funzioni)

---

Un possibile main

```
int main() {  
    int N, S;  
  
    printf("Inserisci un intero");  
    scanf("%d", &N);  
  
    S = somma2(N);  
    printf("La somma vale %d", S);  
  
    return 0;  
}
```

## ESERCIZIO 3

### (Funzioni)

---

Si scriva una funzione

```
int somma_potenze(int a, int n);
```

che dati  $a$  e  $n$  deve calcolare  $\sum_{i=1}^n a^i$

A tal fine si scriva una funzione

```
int potenza(int x, int y);
```

che dati  $x$  e  $y$  deve calcolare  $x^y$  usando come operazione primitiva il prodotto.

## ESERCIZIO 3 - Soluzione

### (Funzioni)

---

```
int potenza(int x,int y)
{ int i, P=1; /* P: accumulatore di prod.*/
  for(i=1; i<=y; i++)
    P = P * x;
  return P;
}

int somma_potenze(int a, int n)
{ int i, s=0;
  for(i=1; i<=n; i++)
    s = s + potenza(a,i);
  return s;
}
```

## ESERCIZIO 3 - Soluzione

### (Funzioni)

---

Un possibile main

```
int main() {
  int N1,N2,SP;

  printf("Inserisci due interi");
  scanf("%d,%d", &N1,&N2);

  SP = somma_potenze(N1,N2);
  printf("La somma delle potenze vale %d",SP);

  return 0;
}
```

## ESERCIZIO 4

### (Funzioni)

---

Creare una funzione `float square(float x)`. La funzione deve restituire il quadrato del parametro `x`.

Creare un'altra funzione, di nome `float cube(float x)`, che restituisce invece il cubo del valore `x`.

Progettare quindi e codificare un programma che legge un float da tastiera e restituisce il suo quadrato ed il suo cubo. Per calcolare il quadrato ed il cubo si devono utilizzare le due funzioni sopra definite.

## ESERCIZIO 4 - Soluzione

### (Funzioni)

---

```
float square(float x)
{
    return x*x;
}
```

```
float cube(float x)
{
    return x*x*x;
}
```

## ESERCIZIO 5

### (Funzioni)

---

Si progettino e si realizzino due funzioni così definite:

```
float euro_to_dollari(float money)
float euro_to_lire(float money)
```

ognuna delle quali converte un valore in euro nella moneta corrispondente. A tal fine si supponga che:

1 € = 0.98 \$

1 € = 1936.27 £

Si progetti poi un programma che legge da input un valore intero, inteso come quantità di euro, e stampa la conversione in dollari ed in lire.

## ESERCIZIO 5 - Soluzione

### (Funzioni)

---

```
float euro_to_dollari(float money)
{
    return money*0.98;
}

float euro_to_lire(float money)
{
    return money*1936.27;
}
```



## ESERCIZIO 6

### (Funzioni)

---

Codificare in C la funzione

`int min_to_sec(int a)` che considera il parametro `a` come minuti e restituisce il numero di secondi corrispondente.

Codificare in C la funzione

`int ore_to_sec(int a)` che considera il parametro `a` come ammontare di ore, e restituisca il numero di secondi corrispondente. Si utilizzi la funzione definita precedentemente.

Definire un possibile main che prende in ingresso tre valori interi, rappresentanti ore, minuti e secondi della durata di un CD Audio. Il programma deve stampare il valore corrispondente in secondi.

## ESERCIZIO 6 - Soluzione

### (Funzioni)

---

```
int min_to_sec(int a)
{
    return a*60;
}
```

```
int ore_to_sec(int a)
{
    return a*60*60;
}
```

## ESERCIZIO 7

### (Funzioni)

---

Codificare in C la funzione

`int ipotenusa(int a, int b)` che, dati i cateti `a` e `b` di un triangolo rettangolo, restituisce il valore dell'ipotenusa.

A tal scopo si utilizzi il Teorema di Pitagora:

$$Ipotenusa = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Per calcolare la radice quadrata si utilizzi la funzione di libreria `sqrt(x)`. Per utilizzare quest'ultima si aggiunga l'istruzione `#include <math.h>` in testa al file.

Definire un possibile main che legga da tastiera due valori che rappresentino i cateti di un triangolo rettangolo, e stampi il valore dell'ipotenusa.

## ESERCIZIO 7 - Soluzione

### (Funzioni)

---

```
float ipotenusa(float a, float b)
{
    return sqrt(a*a + b*b);
}
```

## ESERCIZIO 8

### (Funzioni)

---

Codificare in C la funzione

`int perimetro(int a, int b, int c)` che, dati i lati a,b,c di un triangolo, ne calcola il perimetro.

Codificare in C la funzione

`float area(int a, int b, int c)`

che restituisce l'area di un triangolo i cui lati misurano a, b, c.

A tal scopo si usi la formula di Erone:

$$Area = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

Dove p è la metà del perimetro. A tal scopo si includa l'header `<math.h>` e si utilizzi la funzione `sqrt(x)`.

Definire un possibile main che prende in ingresso i tre lati di un triangolo e stampa perimetro ed area.

## ESERCIZIO 8 - Soluzione

### (Funzioni)

---

```
float perimetro(float a, float b, float c)
{
    return a + b + c;
}

float area(float a, float b, float c)
{
    float p;
    float area;

    p = perimetro(a, b, c) / 2;
    area = sqrt(    p * (p-a) * (p-b) * (p-c)    );
    return area;
}
```

## ESERCIZIO 9

### (Funzioni)

---

Codificare in C la funzione `int primo(int x)` che restituisce:

1 se  $x$  è un numero primo

0 altrimenti.

Si utilizzi a tal proposito l'operatore modulo (%).

Si progetti un programma che legge da tastiera un numero  $N$ , e stampa a video tutti i numeri primi compresi tra 0 e  $N$ .

## ESERCIZIO 9 - Soluzione

### (Funzioni)

---

```
int primo(int x) {
    int i, resto;

    if ((x == 1) || (x == 2))
        return 1;
    else {
        i = 2;
        do
        {
            resto = x % i;
            i++;
        }
        while ((resto != 0) && (i < x));

        return (resto != 0);
    }
}
```

## Esercizio 1

(Funzioni ricorsive)

---

Scrivere una funzione ricorsiva:

`int ric(int x)`

che calcoli, ricorsivamente, la somma di tutti i numeri compresi tra 0 ed x.

## Esercizio 1 - Soluzione

(Funzioni ricorsive)

---

```
int ric(int x) {  
    if (x == 0)  
        return 0;  
    else  
        return x + ric(x-1);  
}
```

## Esercizio 2

(Funzioni ricorsive)

---

Si scrivano le versioni ricorsiva ed iterativa (utilizzo di while) di una funzione:

**double f(double a, int n);**

che calcoli il seguente valore:

$$\sum_{i=1}^n \left( a - \frac{i}{a} \right)$$

## Esercizio 2 - Soluzione

(Funzioni ricorsive)

---

```
double f(double a, int n)
{ if (n==1) return a - 1/a;
  else return a - n/a + f(a, n-1);
}
```

```
double f(double a, int n)
{ int i=1;
  double sum=0;
  while(i<=n)
    {sum = sum + a - i/a;
     i++;}
  return sum;
}
```

## Esercizio 3

(Funzioni ricorsive)

---

Si scriva una programma che inverta le cifre di un numero intero N usando una funzione apposita. A tal fine, si realizzi sia una versione ricorsiva, sia una versione iterativa della funzione.

Per esempio:

dato N=4325, il programma stampa: 5234

## Esercizio 3 - Soluzione

(Funzioni ricorsive)

---

```
int reverse2(int num, int part) {
    if (num == 0)
        return part;
    else {
        return reverse2(num/10, part*10 + num%10);
    }
}

int reverse_it(int num) {
    int result = 0;
    while (num!=0) {
        result = result*10 + num%10;
        num = num/10;
    }
    return result;
}
```

## Esercizio 4

(Funzioni ricorsive)

---

Si scriva una programma che legga da input una sequenza di caratteri terminati dal tasto “invio”, e stampi a video tale sequenza in ordine invertito. Il programma stampi a video anche il numero di caratteri inseriti.

A tal fine, si realizzi tale funzionalità tramite una funzione ricorsiva.

Per esempio:

se inserito “abcdef<INVIO>”, il programma deve stampare: “fedcba 6”

## Esercizio 4 - Soluzione

(Funzioni ricorsive)

---

```
int reverseChars() {
    char c;
    int partialResult;

    c = getchar();
    if (c == 10)
        return 0;
    else {
        partialResult = reverseChars();
        printf("%c", c);
        return partialResult + 1;
    }
}
```



## Programmi su più moduli - Esempio

### Calcolo del logaritmo in base qualunque

#### ■ Incapsulare la logica di calcolo in una funzione

- PASSO 1: definisco la dichiarazione della funzione (nome, parametri di input e di output)  
`float mylog(float base, float value)`

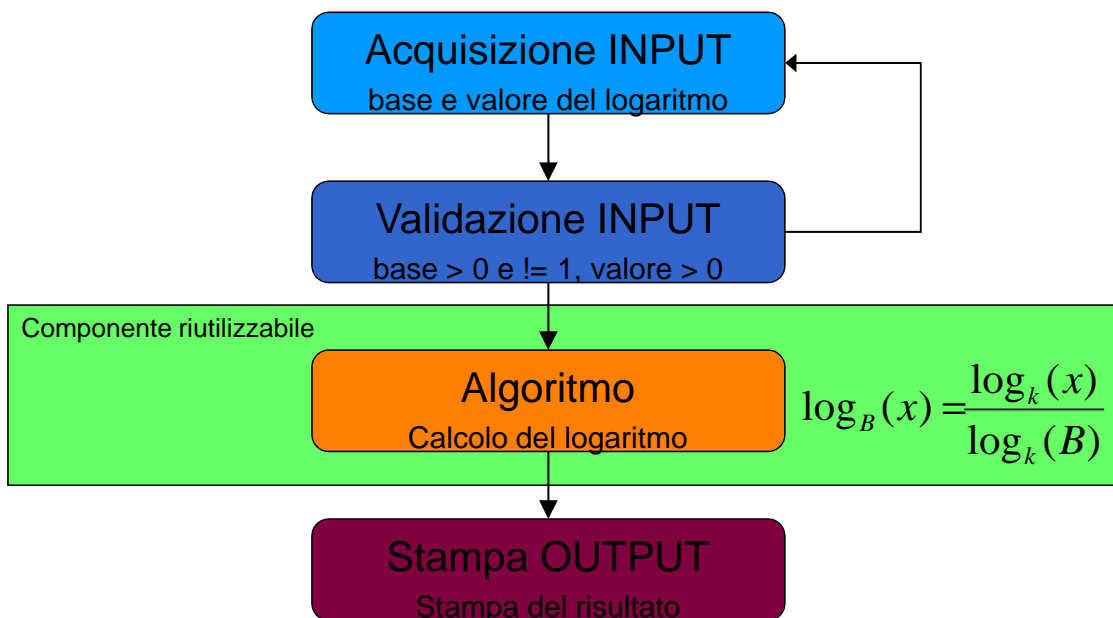
- PASSO 2: realizzo la funzione

$$\log_B(x) = \frac{\log_k(x)}{\log_k(B)}$$

33

## Programmi su più moduli - Esempio

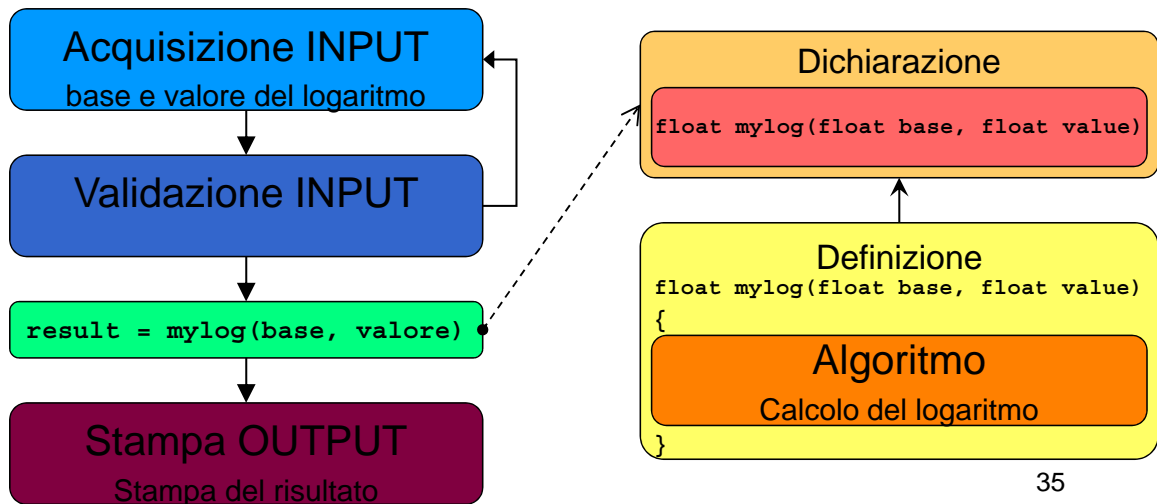
### Calcolo del logaritmo in base qualunque - schema di soluzione



34

# Programmi su più moduli - Esempio

- Logaritmo come componente: uso di una *funzione*!
  - PASSO 1: **dichiarazione della funzione** (nome, parametri di input, parametri di output)  
`float mylog(float base, float value)`
  - PASSO 2: **definizione della funzione** (ovvero implementazione)



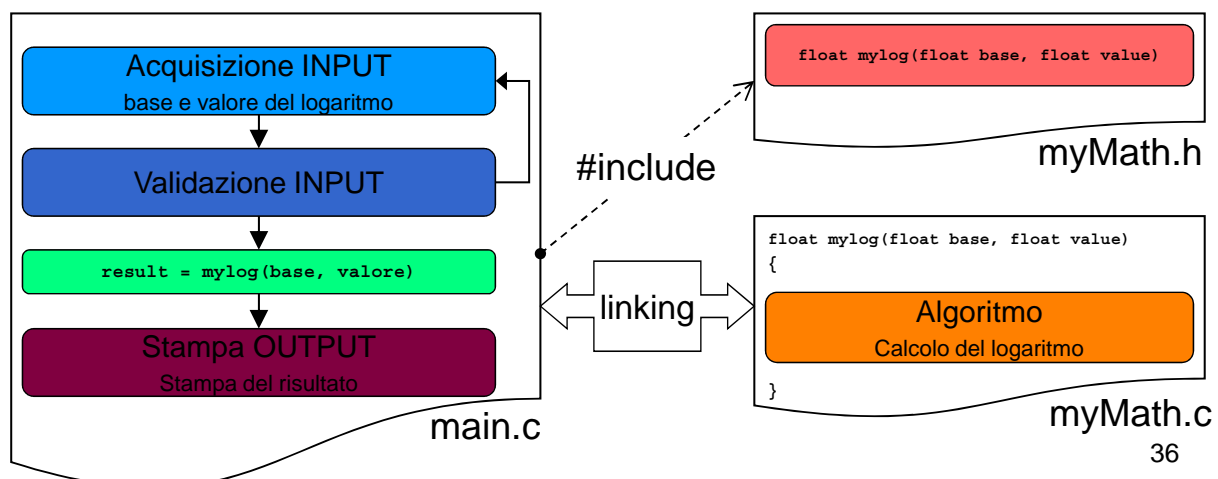
35

# Programmi su più moduli - Esempio

Vogliamo rendere la funzione **mylog** davvero utilizzabile da più utenti in più programmi: creazione di un **modulo apposito**

- header file contenente le dichiarazioni (ad es. "myMath.h")
- file C contenente le definizioni (ad es. "myMath.c")
- includiamo "myMath.h" nel modulo che contiene la funzione main
- compiliamo con l'istruzione opportuna:

```
cl myProg.c myMath.c /I myMath.h /o myProg.exe
```



36

## Programmi su più moduli - Esempio

---

myMath.h:

```
float mylog(float base, float value);
```

myMath.c:

```
#include <math.h>
```

```
float mylog(float base, float value)
{
    return log(value) / log(base);
}
```

In realtà, dovrebbe contenere anche la validazione dei dati in input (*mai fidarsi del cliente!*) e restituire **errore** in caso di input non corretto

37

## Programmi su più moduli - Esempio

---

main.c:

```
#include "myMath.h"
#include <stdio.h>
```

```
int main ()
{
    double b, x, result;
    ...
    result = mylog(b, x);
    ...
    return 0;
}
```

38

## Esercizio 1

(Funzioni e programmi su più moduli)

---

### Ciclo per il calcolo del massimo e del minimo

- Realizzare un programma che calcoli il minimo e il massimo di una serie di valori
- Il numero di valori deve essere costante e definito tramite una opportuna *costante simbolica*
- Se la differenza tra il massimo e il minimo supera 10, il programma termina, altrimenti aspetta una nuova serie di valori
- Incapsulare ***il calcolo del minimo e del massimo in funzioni apposite, definite in un apposito modulo***

39

## Esercizio 1

(Funzioni e programmi su più moduli)

---

- Quanti cicli? 2
  - Uno esterno per capire se uscire dal programma o richiedere la serie di valori
  - Uno interno per acquisire i K valori
- Che tipo di cicli?
  - Ciclo esterno: verifica una condizione a posteriori  
→ do...while
  - Ciclo interno: conosce a priori il numero di iterazioni  
→ for
- Di quanti valori devo tener traccia?
  - Ricordarsi che il minimo ed il massimo si possono calcolare passo passo
- Quando devo re-inizializzare il massimo ed il minimo?

40

# Esercizio 1 - Soluzione

## (Funzioni e programmi su più moduli)

---

File "myMath.h":

```
int max(int v1, int v2);
int min(int v1, int v2);
```

File "myMath.c":

```
#include "myMath.h"

int max(int v1, int v2) {
    if(v1 > v2)
        return v1;
    else
        return v2;
}

int min(int v1, int v2) {
    return v1 < v2 ? v1 : v2;
}
```

41

# Esercizio 1 - Soluzione

## (Funzioni e programmi su più moduli)

---

File "main.c":

```
#include <stdio.h>
#include "myMath.h"
#define MAX_REQUEST 5

int main () {
    int curValue, maxValue, minValue, index;
    do {
        for(index = 0; index < MAX_REQUEST; index++) {
            printf("Inserire il valore %d: ", index+1);
            scanf("%d", &curValue);
            if(index == 0) //inizializzo max e min{
                maxValue = curValue;
                minValue = curValue;
            }
            else {
                maxValue = max(maxValue, curValue);
                minValue = min(minValue, curValue);
            }
        }
        printf("Calcolati: max = %d, min = %d\n", maxValue, minValue);
    } while(maxValue - minValue <= 10);
    return 0;
}
```

42

## Esercizio 2

(Funzioni e programmi su più moduli)

---

### Calcolo del mcm tra numeri interi

- Realizzare un programma che prenda in input una serie di numeri interi, calcolando via via il minimo comune multiplo tra essi; il programma deve terminare quando mcm diventa più grande di 100
  - Ricordarsi che, come per il massimo e il minimo, anche mcm si può calcolare in modo parziale
  - Quindi basta utilizzare, per il calcolo, il valore di mcm calcolato al passo precedente e il numero inserito al passo corrente

$$\text{mcm}(a, b, c) = \text{mcm}(\text{mcm}(a, b), c)$$

43

## Esercizio 2

(Funzioni e programmi su più moduli)

---

- Utilizzare la relazione  $\text{mcm}(a,b) = \frac{a \cdot b}{\text{MCD}(a,b)}$
- Utilizzare l'algoritmo di Euclide per il MCD tra due numeri
  - Finché  $M \neq N$ :
    - se  $M > N$ , sostituisci a  $M$  il valore  $M' = M - N$
    - altrimenti sostituisci a  $N$  il valore  $N' = N - M$
    - MCD è il valore finale ottenuto quando  $M$  e  $N$  diventano uguali
- Incapsulare il calcolo di mcm e MCD in due funzioni
  - Ragionare per astrazione!
    - Individuare prima come le funzioni vengono viste dall'esterno (dichiarazione), poi realizzarle

44

## Esercizio 2

(Funzioni e programmi su più moduli)

---

- Procedere per passi
  - Prima definiamo la funzione per MCD e proviamo a testarla su due valori
  - Poi definiamo la funzione per mcm e proviamo a testarla su due valori
  - Poi realizziamo il programma ciclico
- Per ultimo, utilizziamo l'approccio a moduli inserendo il calcolo di MCD e mcm in un modulo di libreria
  - *Header File contenente le dichiarazioni delle funzioni*

45

## Esercizio 2

(Funzioni e programmi su più moduli)

---

### ■ Esempio di esecuzione

Inserisci il primo valore: 4

Inserisci un valore: 8

mcm corrente: 8

Inserisci un valore: 12

mcm corrente: 24

Inserisci un valore: 10

mcm corrente: 120

46

## Esercizio 2 - Soluzione

### (Funzioni e programmi su più moduli)

---

**File "myMath.h":**

```
int mcd(int a, int b);  
int mcm(int a, int b);
```

**File "myMath.c":**

```
#include "myMath.h"  
int mcd(int a, int b) {  
    int m, n;  
    m = a;  
    n = b;  
    while(m != n) {  
        if(m > n)  
            m = m - n;  
        else  
            n = n - m;  
    }  
    return m;  
}  
int mcm(int a, int b) {  
    return (a * b) / mcd(a, b);  
}
```

47

## Esercizio 2 - Soluzione

### (Funzioni e programmi su più moduli)

---

**File "main.c":**

```
#include "myMath.h"  
#include <stdio.h>  
  
int main() {  
    int curMcm, curValue;  
    printf("Inserisci il primo valore: ");  
    scanf("%d", &curMcm);  
    do {  
        printf("Inserisci un valore: ");  
        scanf("%d", &curValue);  
        curMCD = mcm(curMcm, curValue);  
        printf("mcm corrente: %d\n", curMcm);  
    } while(curMcm <= 100);  
    return 0;  
}
```

48



## Esercizio 3

(Funzioni e programmi su più moduli)

### Triangolo di Tartaglia

- Realizzare un programma che, letto in input il massimo livello voluto, mostri a video il contenuto del triangolo di Tartaglia fino a quel livello
- Per la costruzione del triangolo di Tartaglia, si utilizzi la corrispondenza tra i suoi elementi e i coefficienti binomiali

49

## Esercizio 3

(Funzioni e programmi su più moduli)

- Coefficiente binomiale  $\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$
- Triangolo di Tartaglia (5 livelli)
  - Allineato a sinistra per semplicità di stampa

		$\longleftrightarrow k \longrightarrow$				
$n$	↑	Livello 1	1			
		Livello 2	1	1		
		Livello 3	1	2	1	
		Livello 4	1	3	3	1
	↓	Livello 5	1	4	6	4

$\binom{n=4}{k=2} = \frac{4!}{2!(4-2)!} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1}{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1} = 6$

50

## Esercizio 3

(Funzioni e programmi su più moduli)

---

### Organizzare il programma in due moduli separati

- I modulo (di libreria)
  - Funzione che calcola il fattoriale
    - Fattoriale di  $0 = 1$
    - Fattoriale di  $N$  = prodotto dei numeri da 1 a  $N$
  - Funzione che calcola il coefficiente binomiale
    - A partire dalla funzione che calcola il fattoriale
  - Prima header file
- Il modulo (main)
  - Acquisizione in input del numero dei livelli
  - Stampa del triangolo di Tartaglia
    - Come utilizzare i cicli? Quanti cicli sono? Che tipo di cicli?
    - Ricordarsi che il coefficiente binomiale è definito solo per  $k \leq n$

51

## Esercizio 3 - Soluzione

(Funzioni e programmi su più moduli)

---

**File “myMath.h”:**

```
int fattoriale(int n);  
int binomiale(int n, int k)
```

**File “myMath.c”:**

```
#include "myMath.h"  
int fattoriale(int n) {  
    int fact = 1, index;  
    for(index = n; index > 0; index--)  
        fact = fact * index;  
    return fact;  
}  
  
int binomiale(int n, int k) {  
    return fattoriale(n) / (fattoriale(k)*fattoriale(n-k));  
}
```

52

# Esercizio 3 - Soluzione

## (Funzioni e programmi su più moduli)

---

File “myMath.c”:

```
#include "myMath.h"
#include <stdio.h>

int main () {
    int N_livelli, n, k;
    scanf("%d",&N_livelli);
    for(n = 0; n < N_livelli; n++) {
        for(k = 0; k <= n; k++)
            printf("%d ", binomiale(n, k) );
        printf("\n");
    }
    return 0;
}
```