Fondamenti di Informatica T-1
Modulo 2

Obiettivi di questa esercitazione

1. Esericizi sempici su funzioni
2. Funzioni ricorsive
3. Funzioni e Header File

ESERCIZIO 1
(Funzioni)

Codificare in C la funzione

```
int miomax(int x, int y)
```

che restituisca il massimo valore tra due interi.

Codificare in C la funzione

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

che restituisca il massimo valore fra tre interi, <u>sfruttando</u> la funzione max definita precedentemente.

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

ESERCIZIO 1 - Soluzione
(Funzioni)

```
int miomax(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 = miomax(a,b);
    return miomax(max_di_due,c);
}
```

ESERCIZIO 1 – Soluzione - Variante
(Funzioni)

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

```
int max3(int a, int b, int c)
{
      return miomax(miomax(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 **`miomax`**

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 restituisca invece il cubo del valore **`x`**.

Progettare quindi e codificare un programma che legga un float da tastiera e restituisca 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 legga da input un valore intero, inteso come quantità di euro, e stampi 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 consideri il parametro a come minuti e restituisca il numero di secondi corrispondente.

Codificare in C la funzione
`int ore_to_sec(int a)` che consideri 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 prenda 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, restituisca 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(float a, float b, float c)` che, dati i lati a,b,c di un triangolo, ne calcoli il perimetro.

Codificare in C la funzione
`float area(float a, float b, float c)`
che restituisca 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 prenda in ingresso i tre lati di un triangolo e stampi 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 restituisca:
1 se x è un numero primo
0 altrimenti.
Si utilizzi a tal proposito l'operatore modulo (%).

Si progetti un programma che legga da tastiera un numero N, e stampi 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, <u>ricorsivamente</u>, 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)

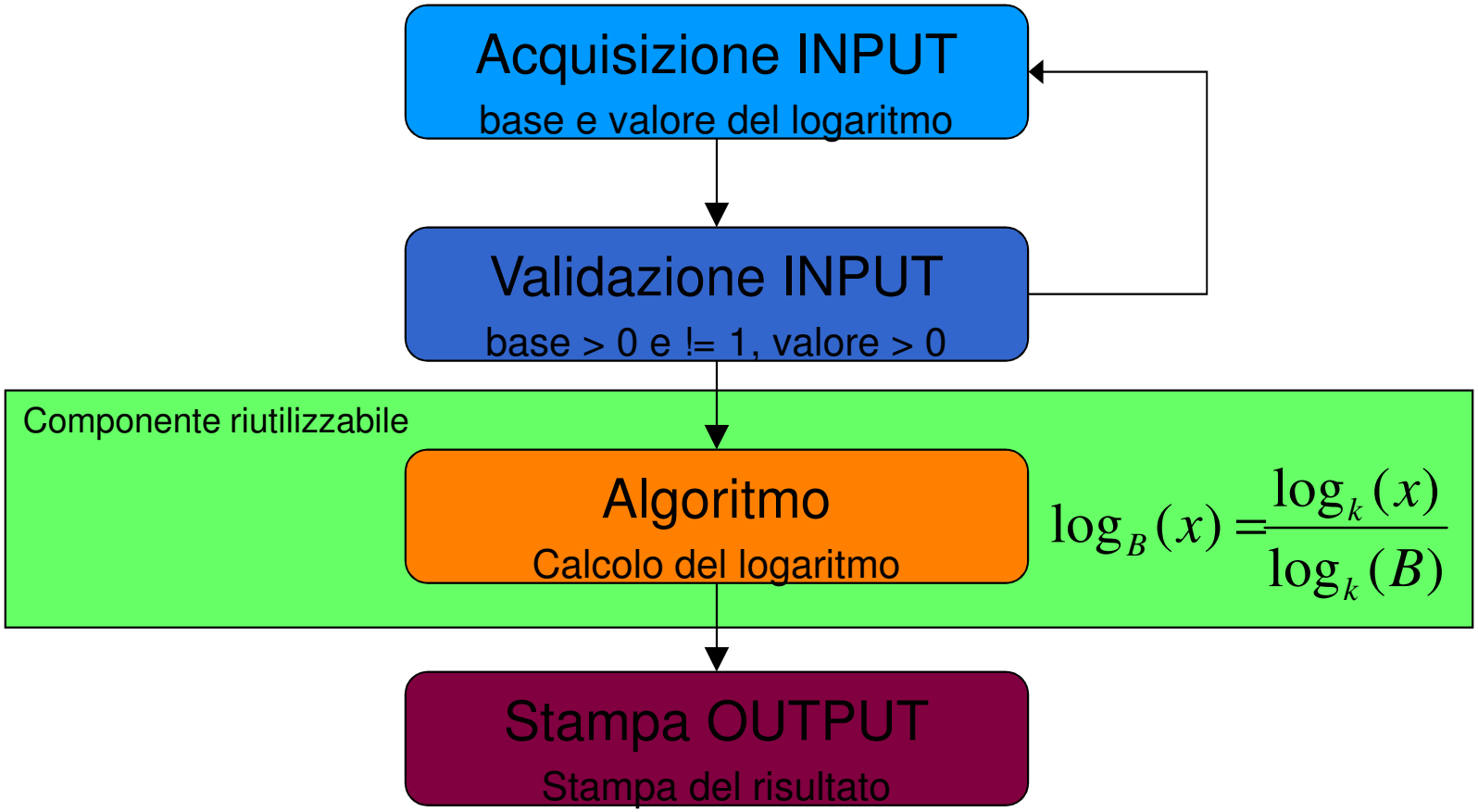
```
float mylog(float base, float value)
```

  - PASSO 2: realizzo la funzione

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

Programmi su più moduli - Esempio

Calcolo del logaritmo in base qualunque - schema di soluzione

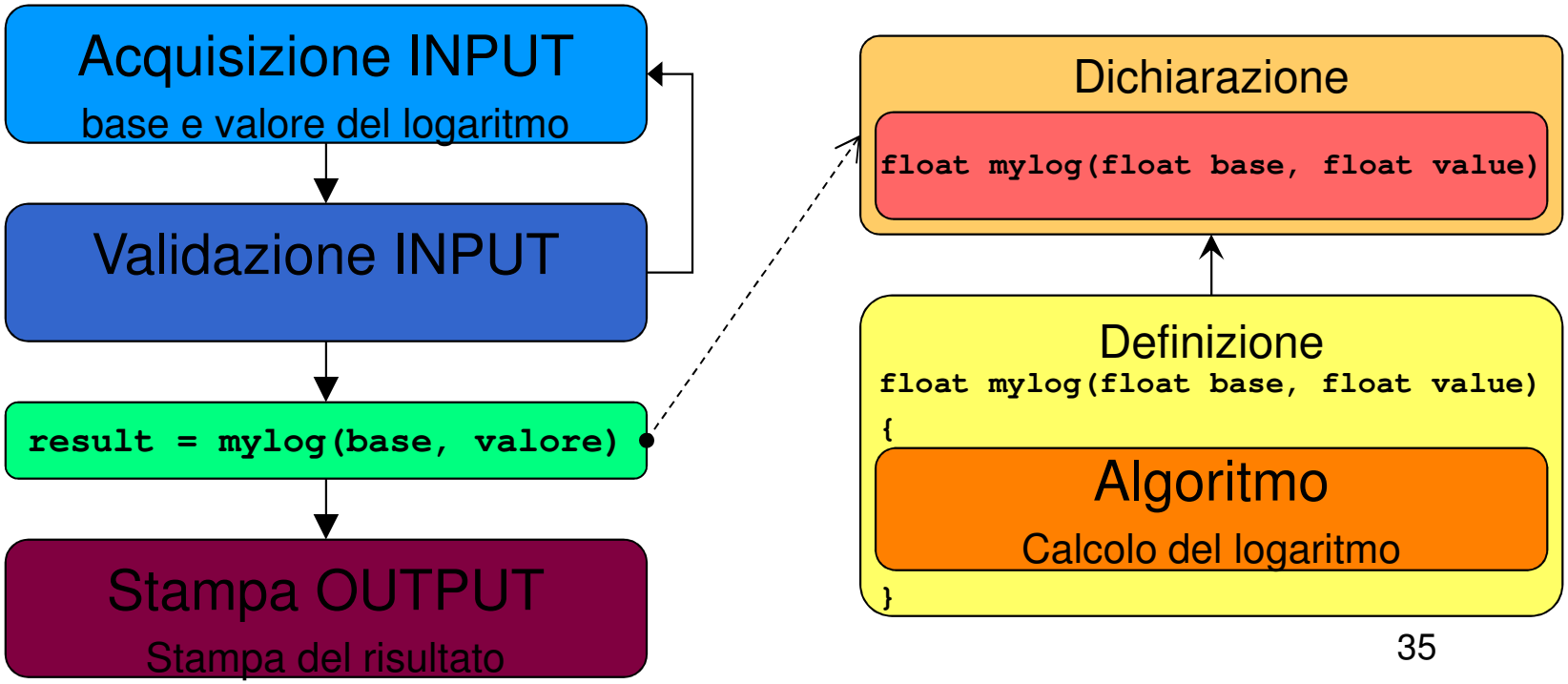


Programmi su più moduli - Esempio

- 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)

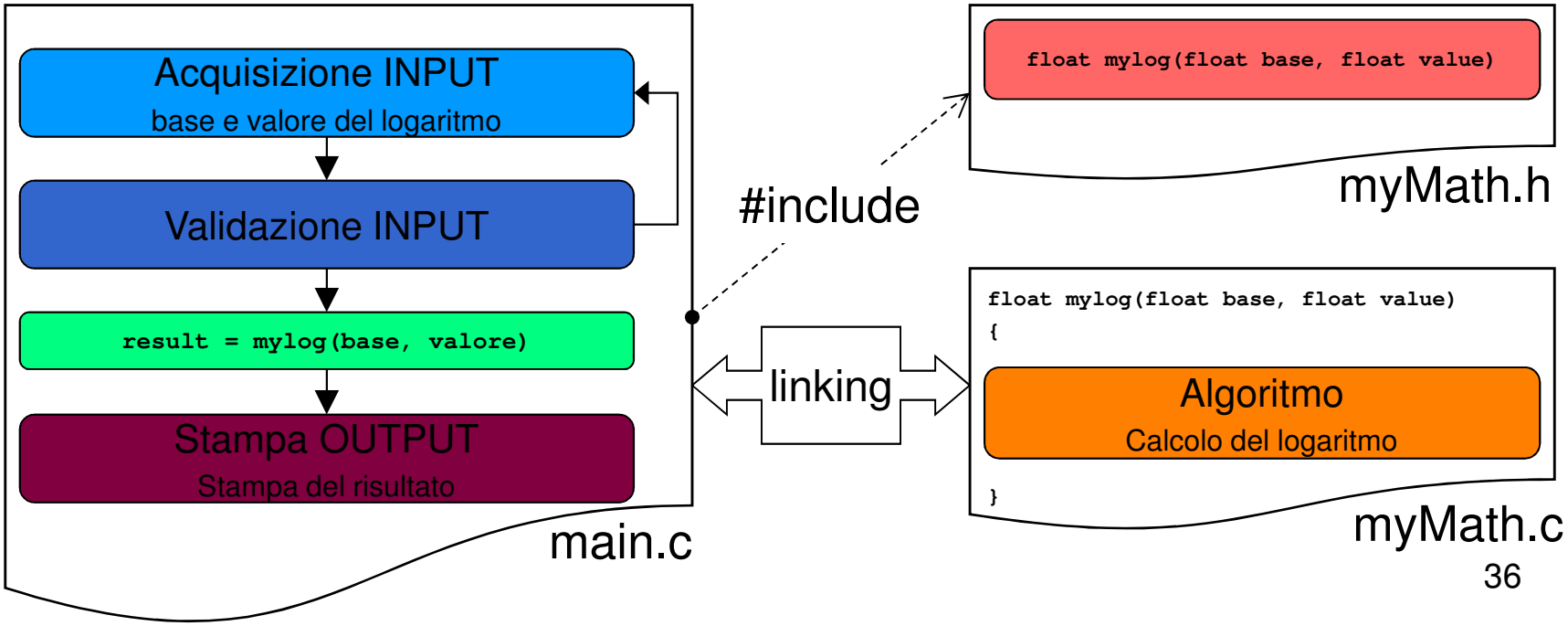


Programmi su più moduli - Esempio

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
```



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

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;
}
```

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***

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?

Esercizio 1 - Soluzione
(Funzioni e programmi su più moduli)

File “myMath.h”:

```
int miomax(int v1, int v2);
int miomin(int v1, int v2);
```

File “myMath.c”:

```
#include “myMath.h”

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

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

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 = miomax(maxValue, curValue);
                        minValue = miomin(minValue, curValue);
                }
        }
        printf(”Calcolati: max = %d, min = %d\n", maxValue, minValue);
   } while(maxValue - minValue <= 10);
   return 0; }
```

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

    mcm(a, b, c) = mcm(mcm(a, b), c)

Esercizio 2
(Funzioni e programmi su più moduli)

- Utilizzare la relazione $mcm(a,b) = \dfrac{a \cdot b}{MCD(a,b)}$
- Utilizzare l'algoritmo di Euclide per il MCD tra due numeri
  - Finché M≠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

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 dichiarazione delle funzioni*

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
```

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);
}
```

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;
}
```

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

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

k →

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**	**1**

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

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
- II 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 $k \leq n$

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));
}
```

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;
}
```