

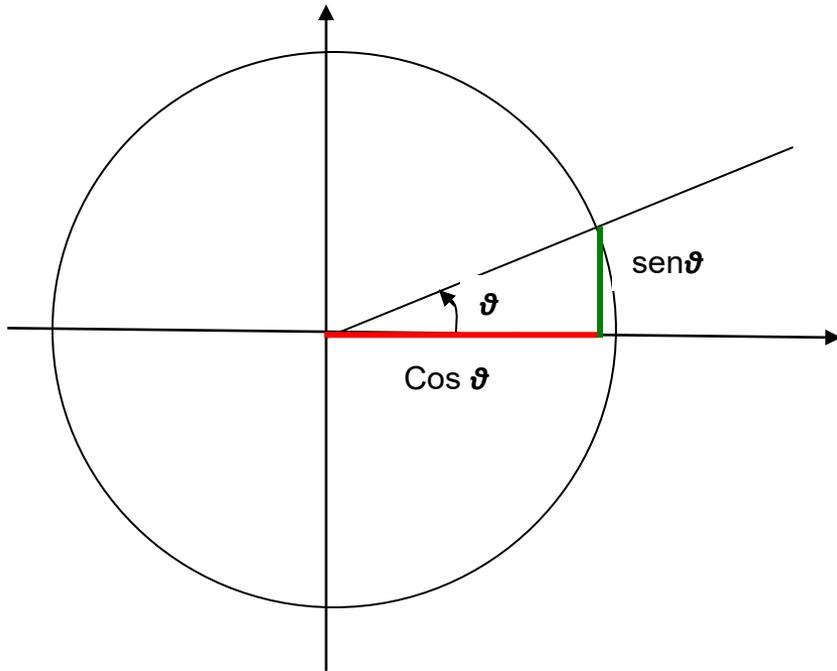
# **CORSO DI FISICA 2**

## **LAVORO**

### **LEZIONE 22**

# LAVORO

Prima di parlare del lavoro è necessario definire una funzione matematica cos $\vartheta$



*senza soffermarci molto, in quanto non necessario, ai fini delle nostre applicazioni, diciamo solo che:*

- La funzione dipende dall'angolo  $\vartheta$
- I valori sono compresi tra -1 e 1 ( $-1 \leq \cos \vartheta \leq 1$ )
- All'aumentare dell'angolo assume i seguenti valori:

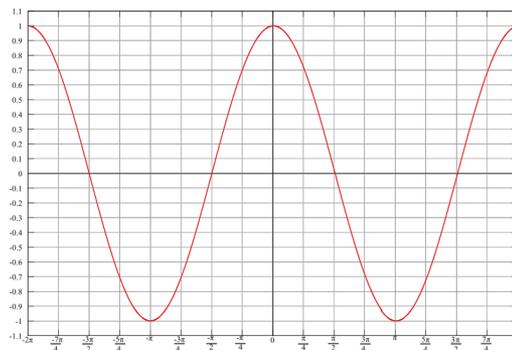
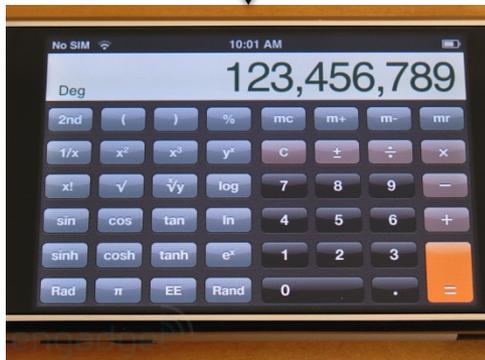
Angolo $\vartheta$	Cos $\vartheta$
0	1
90	0
180	-1
270	0
360-0	1

# LA FUNZIONE COSENO

Per calcolare qualsiasi valore del COSENO per qualsiasi angolo

È possibile usare la calcolatrice

È possibile usare le tavole trigonometriche



Angolo in gradi	cos θ	Angolo in gradi	cos θ
0	1.00	46	0,047917
1	1.00	47	0,047222
2	1.00	48	0,046528
3	1.00	49	0,045833
4	1.00	50	0,044444
5	1.00	51	0,04375
6	0,06875	52	0,043056
7	0,06875	53	0,041667
8	0,06875	54	0,59
9	0,06875	55	0,57
10	0,068056	56	0,56
11	0,068056	57	0,54
12	0,068056	58	0,53
13	0,067361	59	0,52
14	0,067361	60	0,50
15	0,067361	61	0,48
16	0,066667	62	0,47
17	0,066667	63	0,45
18	0,065972	64	0,44
19	0,065972	65	0,42
20	0,065278	66	0,41
21	0,064583	67	0,39
22	0,064583	68	0,37
23	0,063889	69	0,36
24	0,063194	70	0,34
25	0,063194	71	0,33
26	0,0625	72	0,31
27	0,061806	73	0,29
28	0,061111	74	0,28
29	0,060417	75	0,26
30	0,060417	76	0,24
31	0,059722	77	0,22
32	0,059028	78	0,21
33	0,058333	79	0,19
34	0,057639	80	0,17
35	0,056944	81	0,16
36	0,05625	82	0,14
37	0,055556	83	0,12
38	0,054861	84	0,10
39	0,054167	85	0,09
40	0,053472	86	0,07
41	0,052083	87	0,05
42	0,051389	88	0,03
43	0,050694	89	0,02
44	0,05	90	0,00
45	0,049306		

# LAVORO DI UNA FORZA COSTANTE

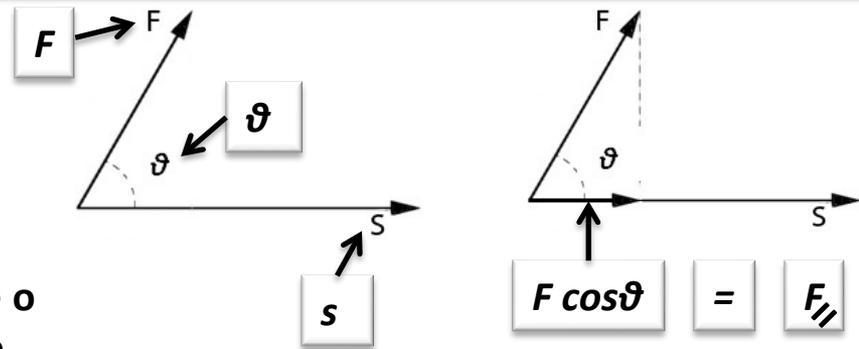
IL LAVORO MECCANICO  $L$  FATTO DA UNA FORZA COSTANTE È DEFINITO COME IL PRODOTTO SCALARE TRA LA FORZA  $F$  E LO SPOSTAMENTO  $S$  DEL PUNTO DI APPLICAZIONE DELLA FORZA.

IL PRODOTTO SCALARE TRA DUE VETTORI SI ESEGUE MOLTIPLICANDO LA FORZA  $\times$  PER LO SPOSTAMENTO  $\times$  PER IL COSENO DELL'ANGOLO COMPRESO  $\vartheta$

$$L = \vec{F} \cdot \vec{s} = F s \cos\vartheta$$

È una grandezza scalare

La formula si applica se il corpo è puntiforme o comunque rigido ed assimilabile ad un punto materiale



Unità di misura del lavoro: joule

$$[J] = [N] [m]$$

$$[1J] = [1N] [1m]$$

1J è il lavoro compiuto da una forza unitaria che compie uno spostamento di un metro nella stessa direzione della forza ( forza parallela allo spostamento)

# LAVORO DI UNA FORZA COSTANTE

Per calcolare il lavoro, è necessario prima determinare la **FORZA PARALLELA** allo **SPOSTAMENTO** (ci sono due strade)

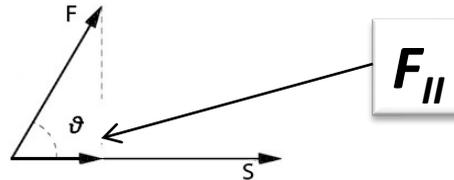
GRAFICAMENTE

misurando

ANALITICAMENTE

$$F_{//} = F \cos \vartheta$$

$$L = F_{//} \cdot s$$



Il lavoro può essere sia **positivo** che **negativo** a seconda che forza e spostamento siano concordi o discordi

LAVORO POSITIVO



LAVORO MOTORE



LAVORO NEGATIVO



LAVORO RESISTENTE



# LAVORO DI UNA FORZA COSTANTE

**ESEMPIO:** blocco trascinato da una forza  $F$  su un piano orizzontale con attrito

Lavoro fatto dalla forza **APPLICATA  $F$  È POSITIVO**

$F$  CONCORDE A  $S$  (+X=++)

Lavoro fatto dalla forza d'**ATTRITO  $F_e$  È NEGATIVO**

$F$  CONTRARIA A  $S$  (+X=-)



È nullo il **lavoro** compiuto dallo studente perché la **forza peso** e lo **spostamento** sono perpendicolari



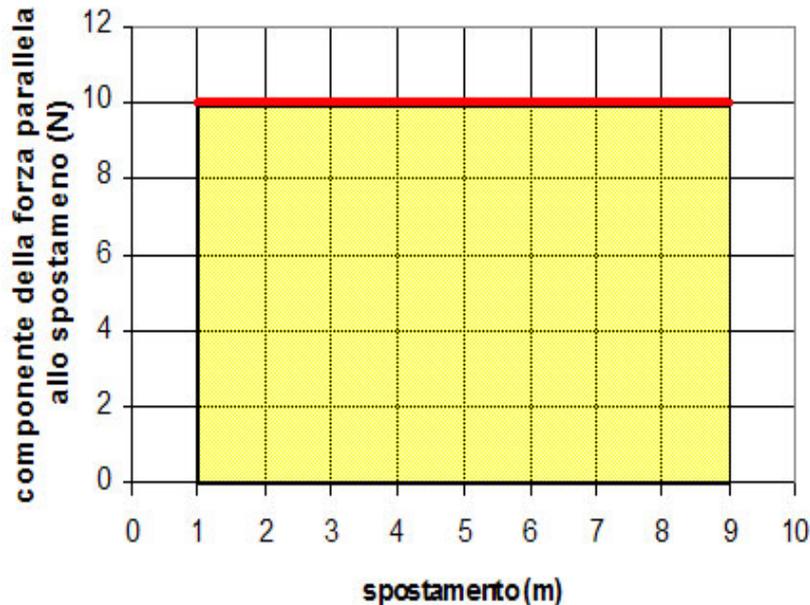
# LAVORO DI UNA FORZA COSTANTE

## RAPPRESENTAZIONE DEL LAVORO SU DI UN PIANO CARTESIANO FORZA – SPOSTAMENTO (CASO PARALLELI TRA LORO)

IL LAVORO È DATO DA:

$$L = F \cdot s$$

NEL CASO RAPPRESENTATO DAL GRAFICO  
 $F = 10 \text{ [N]}$                        $S = (9-1) = 8 \text{ [m]}$



$$L = 10 \times 8 = 80 \text{ [J]} \quad \text{NOTA BENE}$$

**10 E 8** NELLA FIGURA SONO I DUE LATI  
DEL RETTANGOLO EVIDENZIATO IN  
GIALLO.

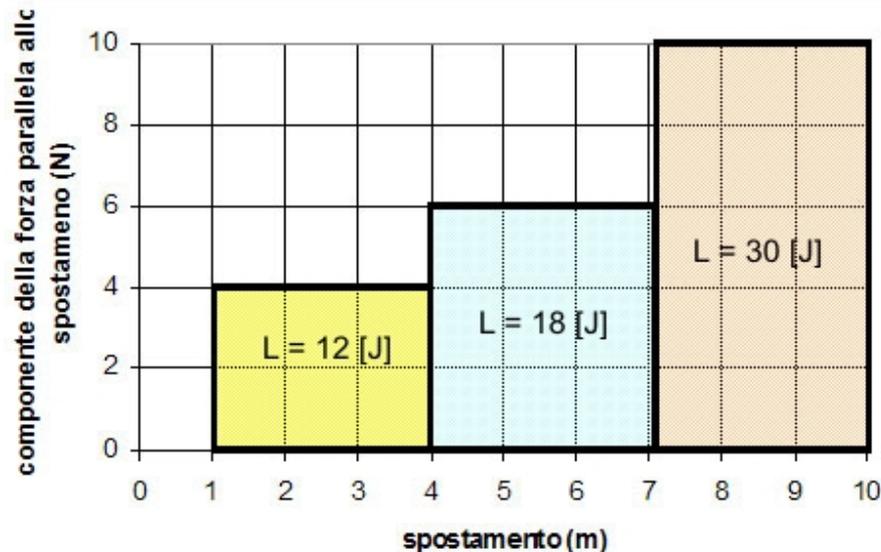
IL PRODOTTO DEI DUE LATI DETERMINA  
LA SUA SUPERFICIE

**LA SUPERFICIE SOTTESA ALLA RETTA  
CHE RAPPRESENTA LA FORZA  
DORANTE LO SPOSTAMENTO È  
UGUALE AL LAVORO**

# LAVORO DI UNA FORZA COSTANTE

RAPPRESENTIAMO ADESSO SU DI UN PIANO CARTESIANO F-S  
(FORZA - SPOSTAMENTO)

1. Una forza  $F = 4$  [N] che sposta un corpo da  $S_1 = 1$  m a  $S_2 = 4$  [m]  $\rightarrow \Delta S_1 = 3$  [m]
2. Una forza  $F = 6$  [N] che sposta un corpo da  $S_1 = 4$  m a  $S_2 = 7$  [m]  $\rightarrow \Delta S_2 = 3$  [m]
3. Una forza  $F = 10$  [N] che sposta un corpo da  $S_1 = 7$  m a  $S_2 = 10$  [m]  $\rightarrow \Delta S_3 = 3$  [m]



IL LAVORO CORRISPONDE ALLA SUPERFICIE DEI TRE RETTANGOLI

1.  $L_1 = F \Delta S_1 = 4 \times 3 = 12$  [J]
2.  $L_2 = F \Delta S_2 = 6 \times 3 = 18$  [J]
3.  $L_3 = F \Delta S_3 = 10 \times 3 = 30$  [J]

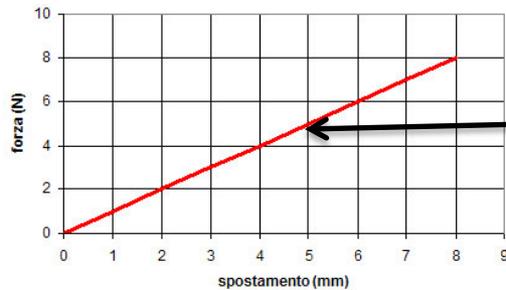
IL LAVORO TOTALE CORRISPONDE ALLA SOMMA DI  $L_1, L_2, L_3$

$$L_{\text{TOTALE}} = L_1 + L_2 + L_3 = 12 + 18 + 30 = 60 \text{ [J]}$$

# LAVORO DI UNA FORZA VARIABILE

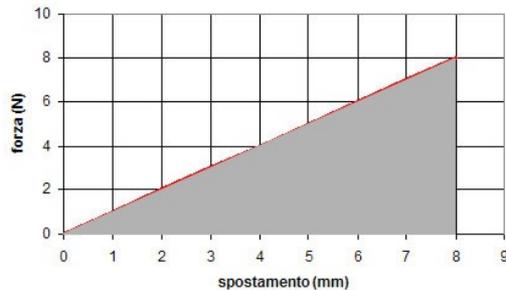
## FORZA ELASTICA

LA FORZA VARIA IN MANIERA COSTANTE AL VARIARE DELLO SPOSTAMENTO  $F=KS$



SUL PIANO F-S È RAPPRESENTATA DA UNA  
RETTA PASSANTE PER L'ORIGINE

PER ANALOGIA DI QUANTO DETTO IN PRECEDENZA IL LAVORO SI CALCOLA DETERMINANDO L'AREA DEL TRIANGOLO



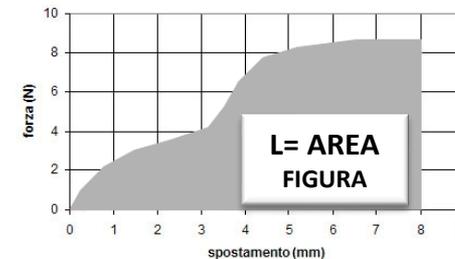
$$L = \frac{1}{2} F S$$

AREA TRIANGOLO

Ossia ricordando che  $F=KS$

$$L = \frac{1}{2} K S^2$$

## CASO GENERICO



L= AREA  
FIGURA

# POTENZA

Un certo lavoro può essere svolto in un tempo breve o in un tempo più lungo. Per indicare la rapidità con cui si compie il lavoro è necessario introdurre una nuova grandezza che si chiama.

POTENZA MECCANICA

$$P = \frac{L}{Dt}$$

La potenza meccanica si ottiene dividendo il lavoro per l'intervallo di tempo impiegato per produrlo.

Si definisce *potenza sviluppata (o erogata) da una forza F il lavoro compiuto nell'unità di tempo.*

L'unità di misura del S.I. è il watt, con simbolo W (rapporto tra unità di energia in joule [J] e unità di tempo in secondi [s]).

$$[W] = \frac{[kg] [m^2]}{[s^3]}$$



$$1 [W] = \frac{1 [J]}{1 [s]}$$



LA POTENZA DI UN W CORRISPONDE AL LAVORO DI UN JOULE COMPIUTO IN UN SECONDO