



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**

418SF-2

DISCIPLINE FISICHE - DIDATTICA DELLA FISICA

a.a. 2025/26

IX - 09/03/2026

Maria Peressi (peressi@units.it, tel. 040 558 5242)

LEZIONE PRECEDENTE

- Vari **tipi di forza** (di gravità, Archimede, attrito)
- **Lavoro** di una forza (e richiamo delle varie forme di **energia**)
- **grandezze vettoriali** (forza, ma anche velocità e accelerazione)
- interpretazione di grafici

FORZE E MOTO **cioè DINAMICA**

(ciò che riguarda il moto come traiettoria, velocità, accelerazione è la CINEMATICA, mentre la DINAMICA studia la relazione tra la causa (FORZA) e l'effetto (MOTO))

In particolare vediamo:

- Forza costante
- Moti rettilinei e curvilinei. Moti vincolati
- Energie

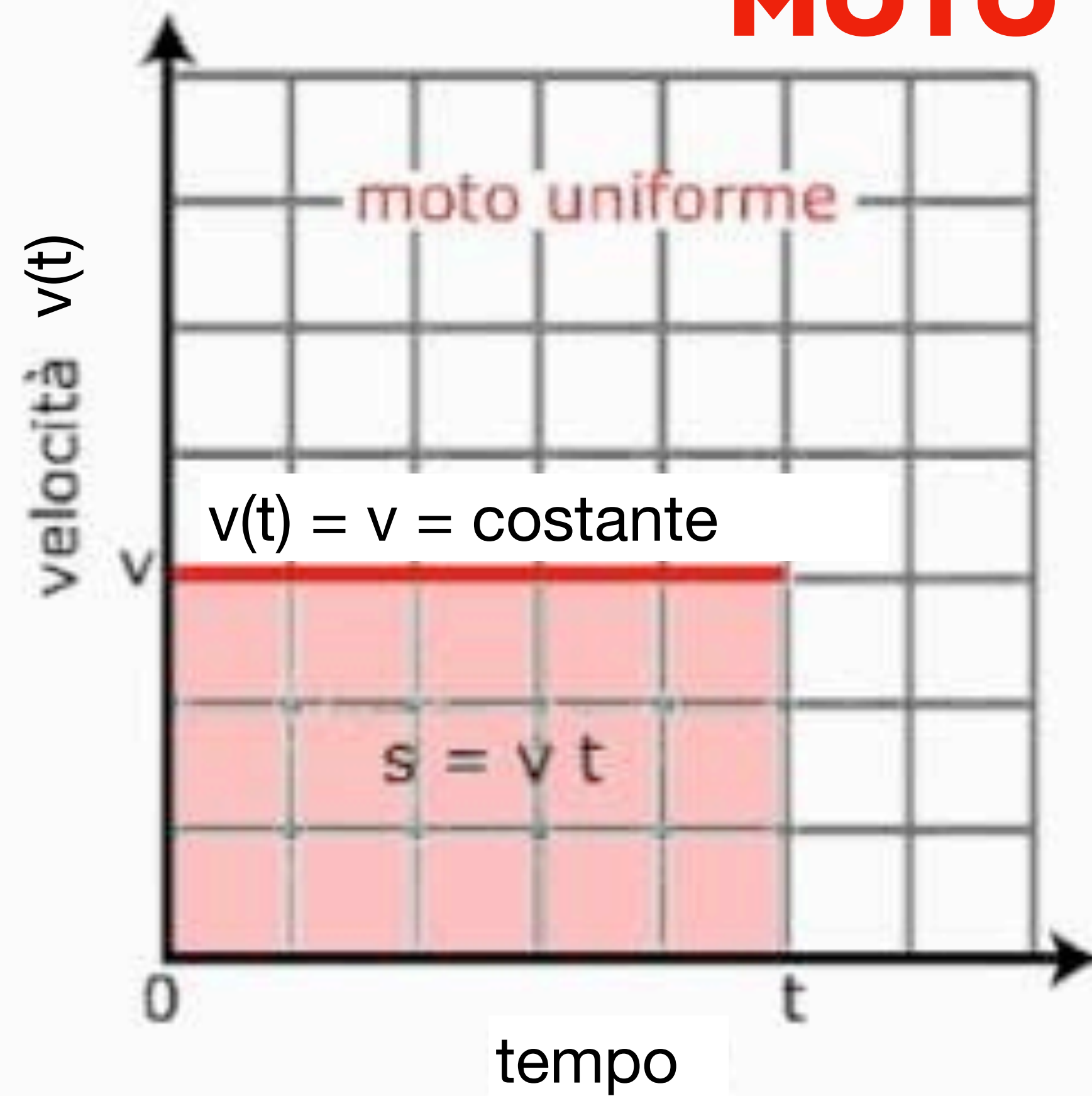
FORZE E MOTO

1. Se la forza totale su un punto materiale è nulla esistono sistemi di riferimento (riferimenti inerziali) in cui il moto è rettilineo uniforme.

2. In un Sistema di riferimento inerziale la forza è proporzionale all'accelerazione: $\vec{F} = m\vec{a}$

Quale tipo di moto causa una forza nulla?

MOTO UNIFORME



moto uniforme con $t_0 = s_0 = 0$:

Poichè $\vec{F} = m\vec{a}$, se la **forza è nulla** anche l'**accelerazione è nulla**, e poiché essa è la variazione di velocità in un intervallo di tempo, questo implica che la **velocità è costante nel tempo**, per cui parliamo di **moto uniforme**:

$$v = \text{costante}$$

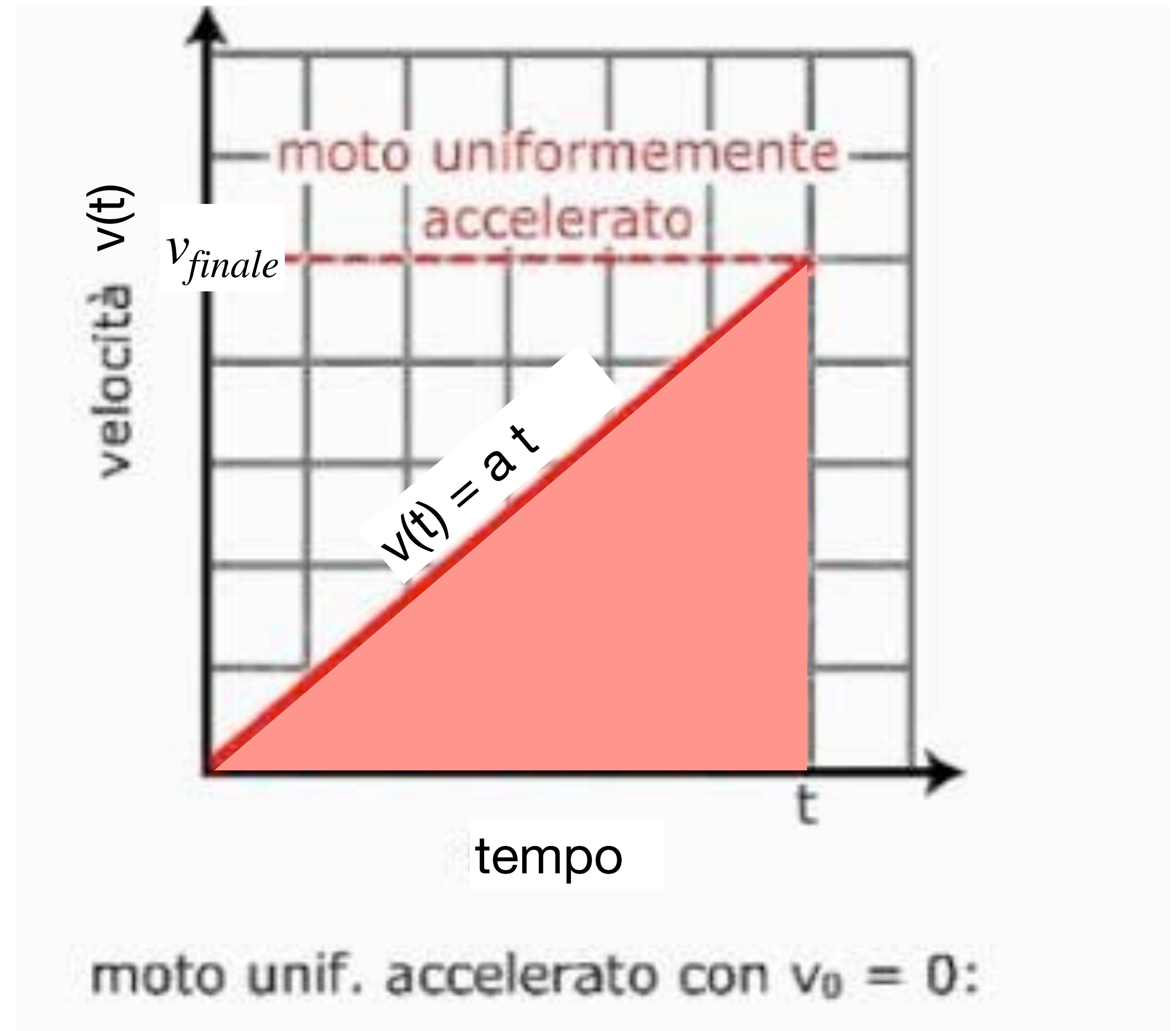
[NOTA: adesso trattiamo una forza costante sia in intensità che in direzione e verso, quindi il moto avverrà su una linea retta, quindi possiamo semplificare la notazione e non considerare i vettori]

Quale tipo di moto causa una forza costante?

MOTO UNIFORMEMENTE ACCELERATO

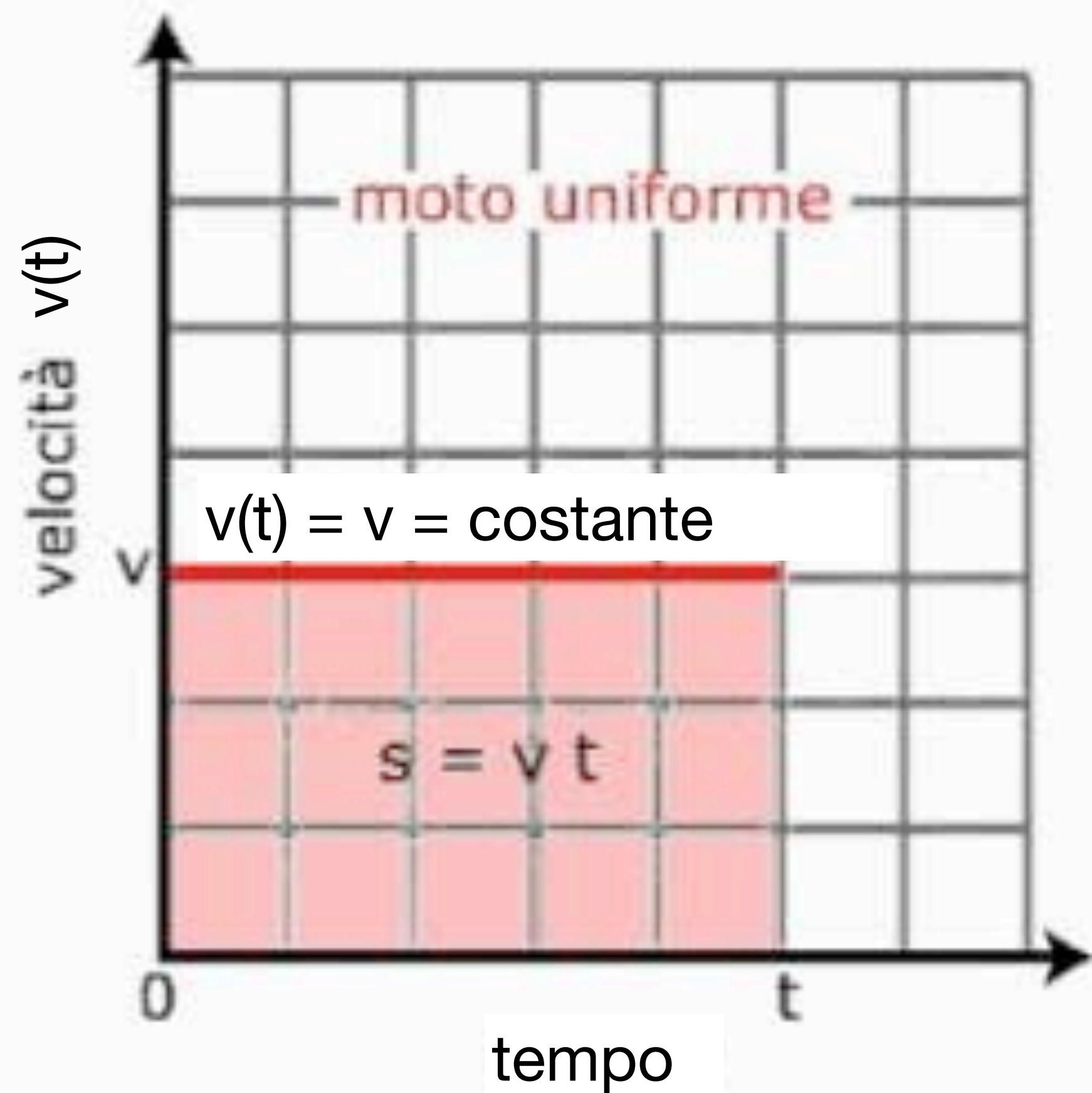
Poichè $\vec{F} = m\vec{a}$, se la **forza è costante** anche l'**accelerazione è costante**, e poiché essa è la variazione di velocità in un intervallo di tempo, questo implica che la **velocità varia in modo lineare con il tempo**:

$$v = at$$

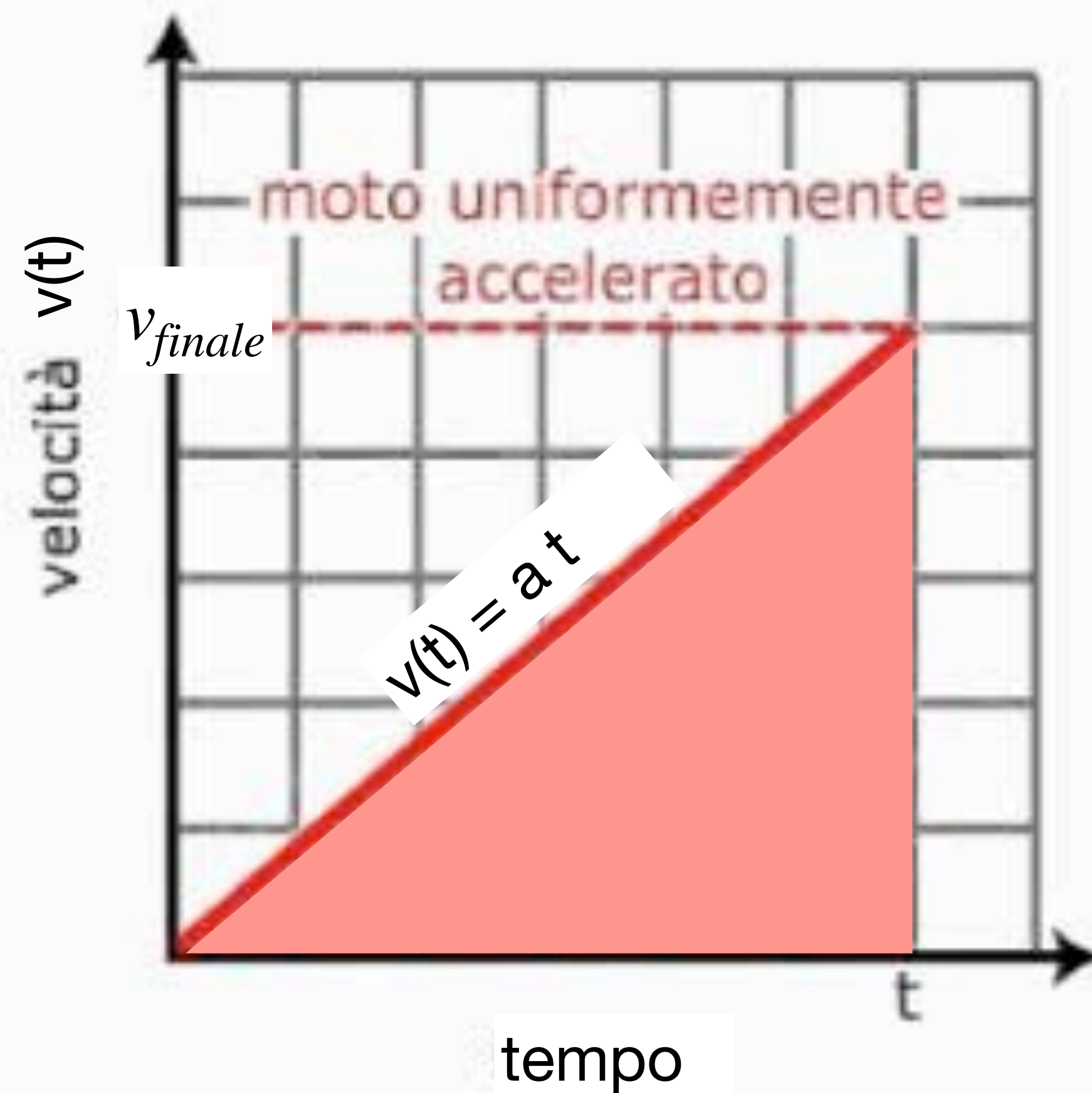


[NOTA: adesso trattiamo una forza costante sia in intensità che in direzione e verso, quindi il moto avverrà su una linea retta, quindi possiamo semplificare la notazione e non considerare i vettori]

MOTO UNIFORME e UNIFORMEMENTE ACCELERATO a confronto



moto uniforme con $t_0 = s_0 = 0$:



moto unif. accelerato con $v_0 = 0$:

Quale tipo di moto causa una forza costante?

MOTO UNIFORMEMENTE ACCELERATO

Lo capiamo anche così:

In un intervallino di tempo Δt dove v è costante, lo spostamento Δs è

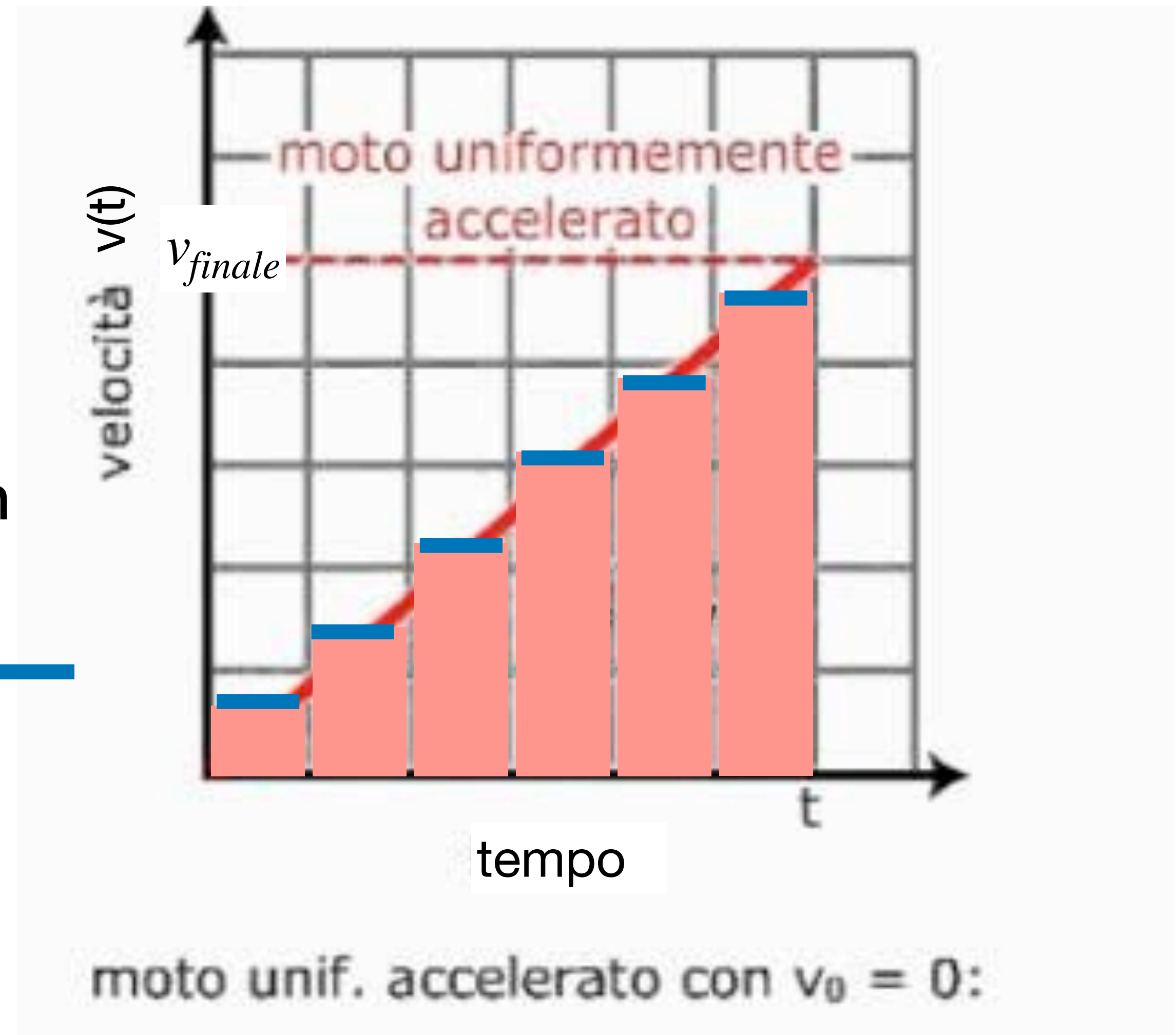
$\Delta s = v\Delta t$. Con riferimento al grafico di $v(t)$ in funzione di t , dividiamo il moto in tanti **pezzettini con v**

approssimativamente costante —

$\Rightarrow \Delta s$ è l'area del triangolo sotto $v(t)$:

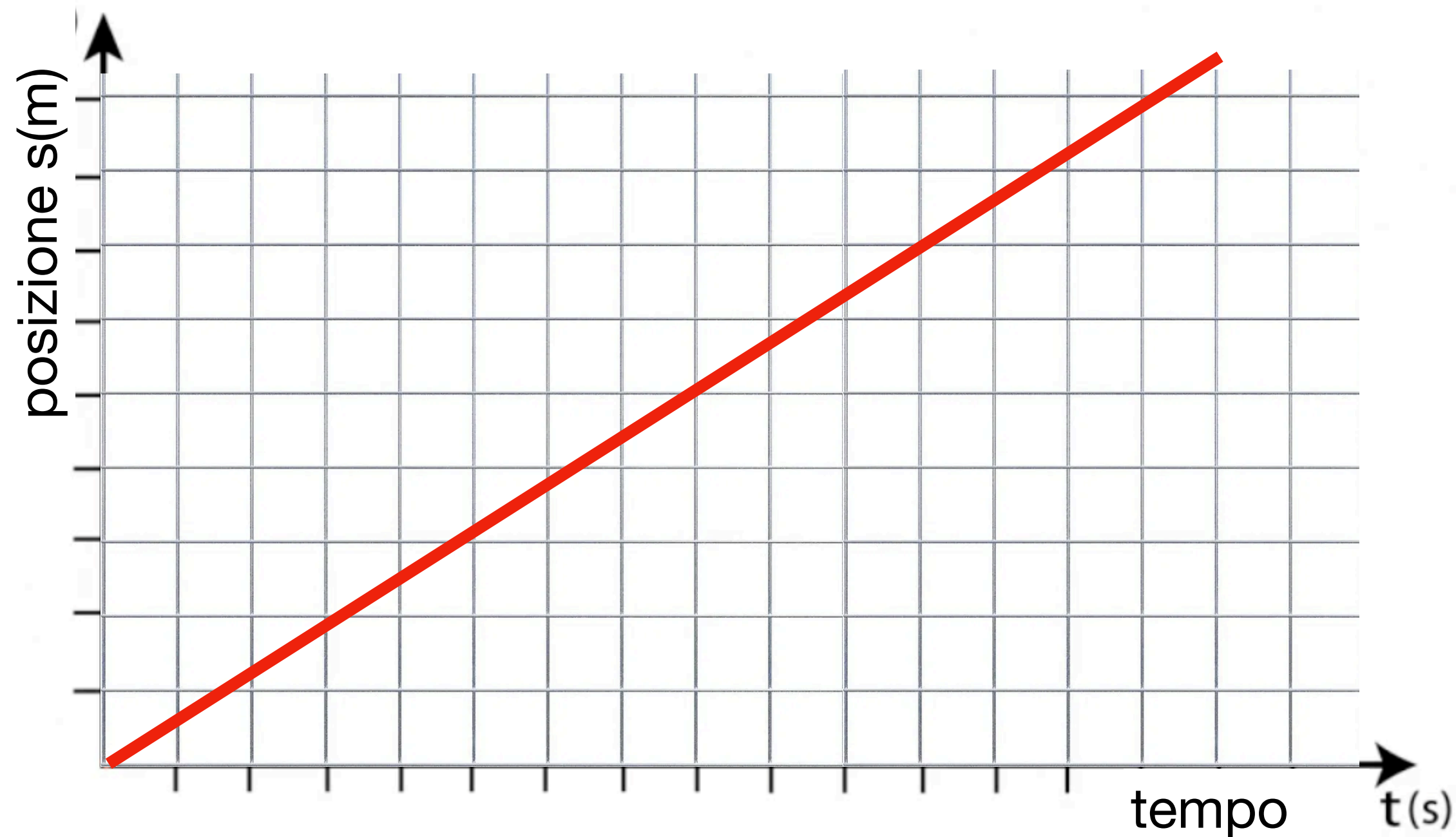
$$v_{finale} = at \implies s = \frac{1}{2}v_{finale} t = \frac{1}{2}at^2$$

(formula valida per partenza da $s = 0$ con velocità iniziale nulla)

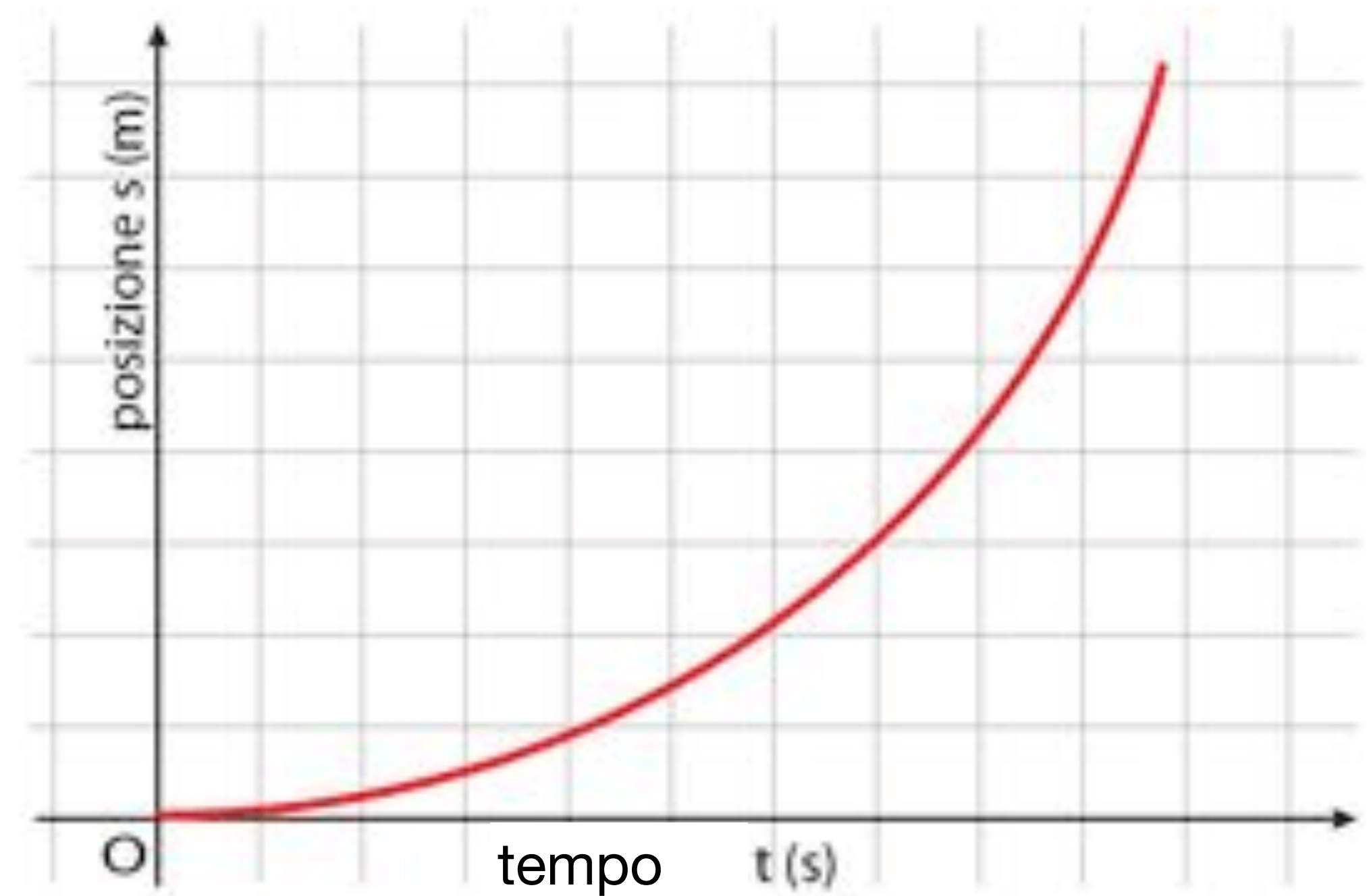


MOTO UNIFORME e UNIFORMEMENTE ACCELERATO a confronto

Nelle slide precedenti abbiamo visto i grafici di velocità in funzione del tempo; ora vediamo quelli di posizione (o spostamento) in funzione del tempo



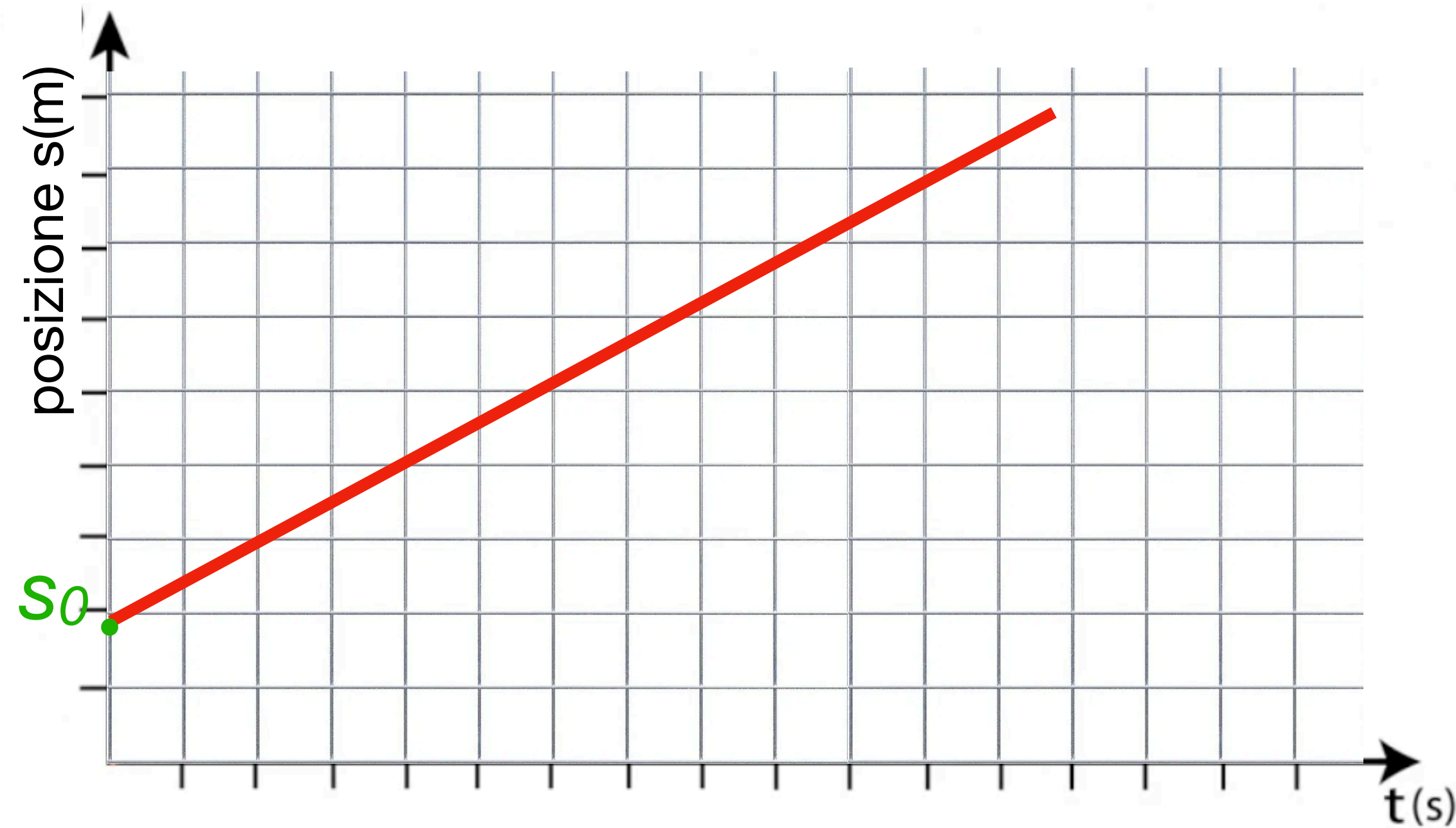
$$s(t) = vt$$



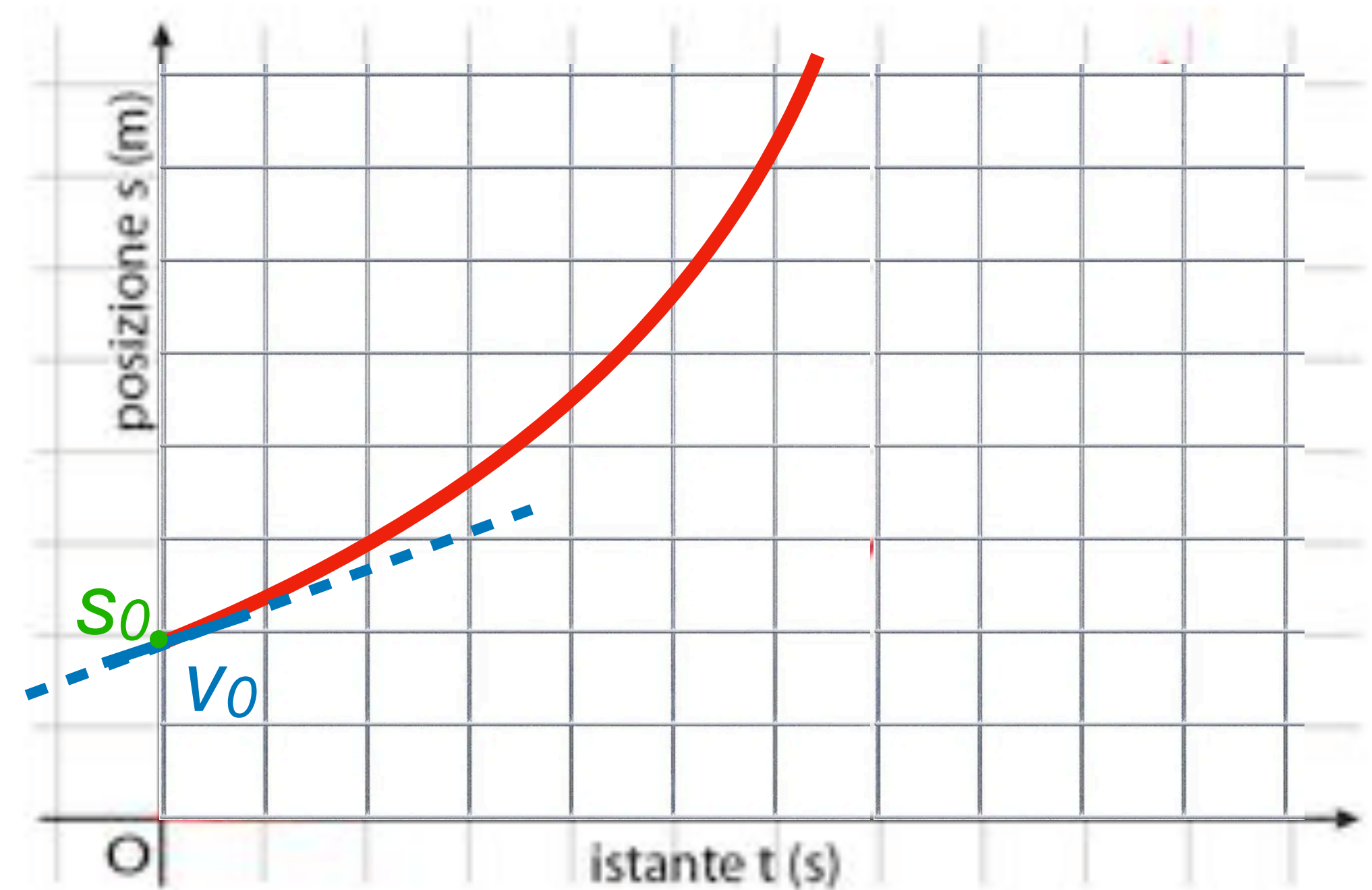
$$s(t) = \frac{1}{2}at^2$$

MOTO UNIFORME e UNIFORMEMENTE ACCELERATO a confronto

Possono essere anche piu' generali, se la posizione e/o la velocità iniziali non sono nulle.
Ad esempio:



$$s(t) = s_0 + vt$$



$$s(t) = s_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

esempi di forza nulla... ?

esempi di forza costante... ?

MOTO UNIFORMEMENTE ACCELERATO **ed ENERGIA CINETICA**

$$L = F s = ma \left(\frac{1}{2} at^2 \right) = \frac{1}{2} m(at)^2 = \frac{1}{2} mv^2$$

La quantità $\frac{1}{2}mv^2$ viene definita **energia cinetica**.

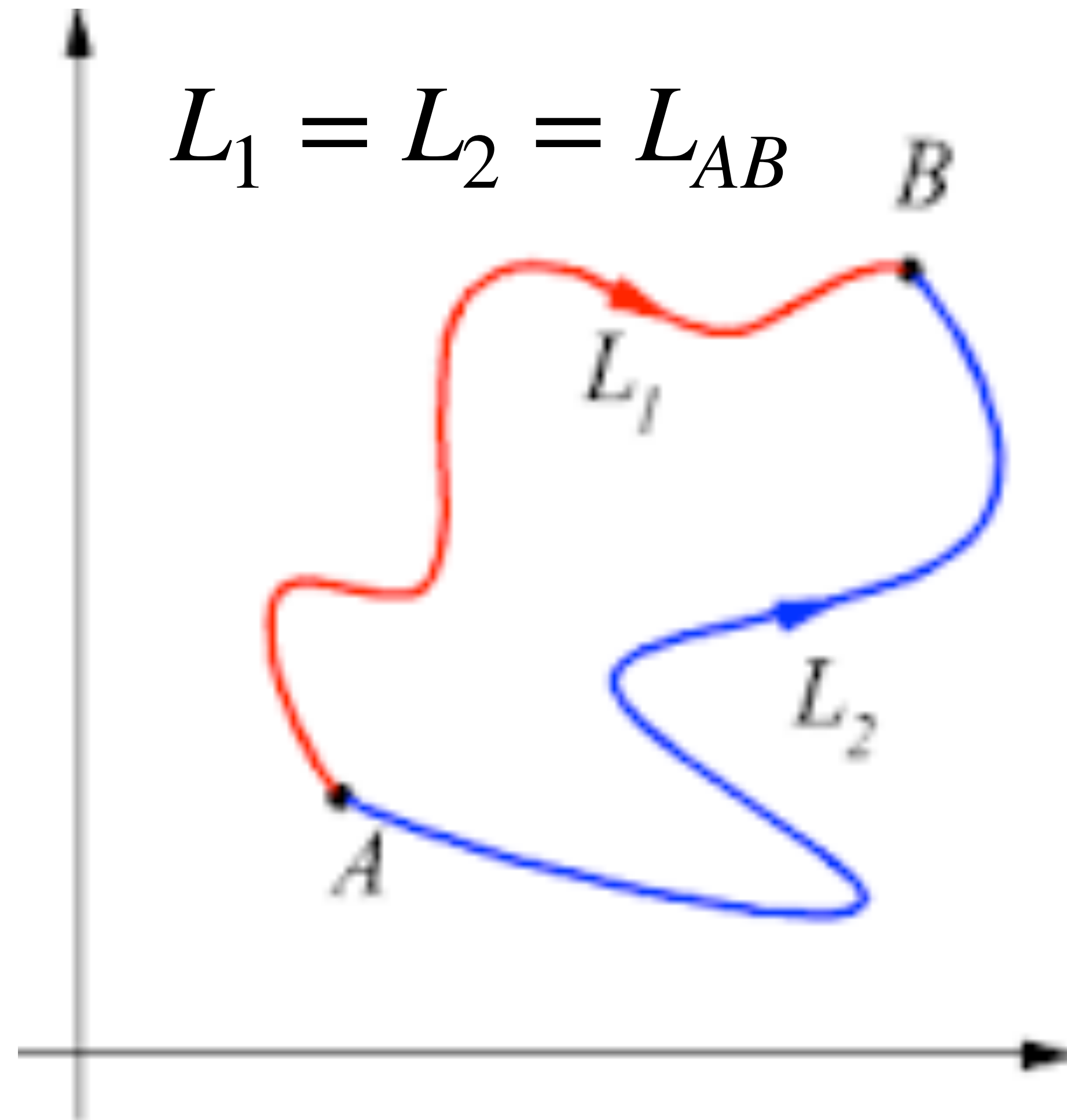
La definizione **vale indipendentemente dal tipo di moto**,
ma nel caso del moto **uniformemente accelerato** ne capiamo
l'espressione.

ENERGIA MECCANICA

NEL CASO DELLE FORZE CONSERVATIVE

Quando il lavoro dipende solo dal punto iniziale e finale (forze conservative) possiamo usarlo per definire la differenza di una funzione (**energia potenziale U o E_{pot}**) tra due punti:

$$L_{AB} = U_A - U_B$$



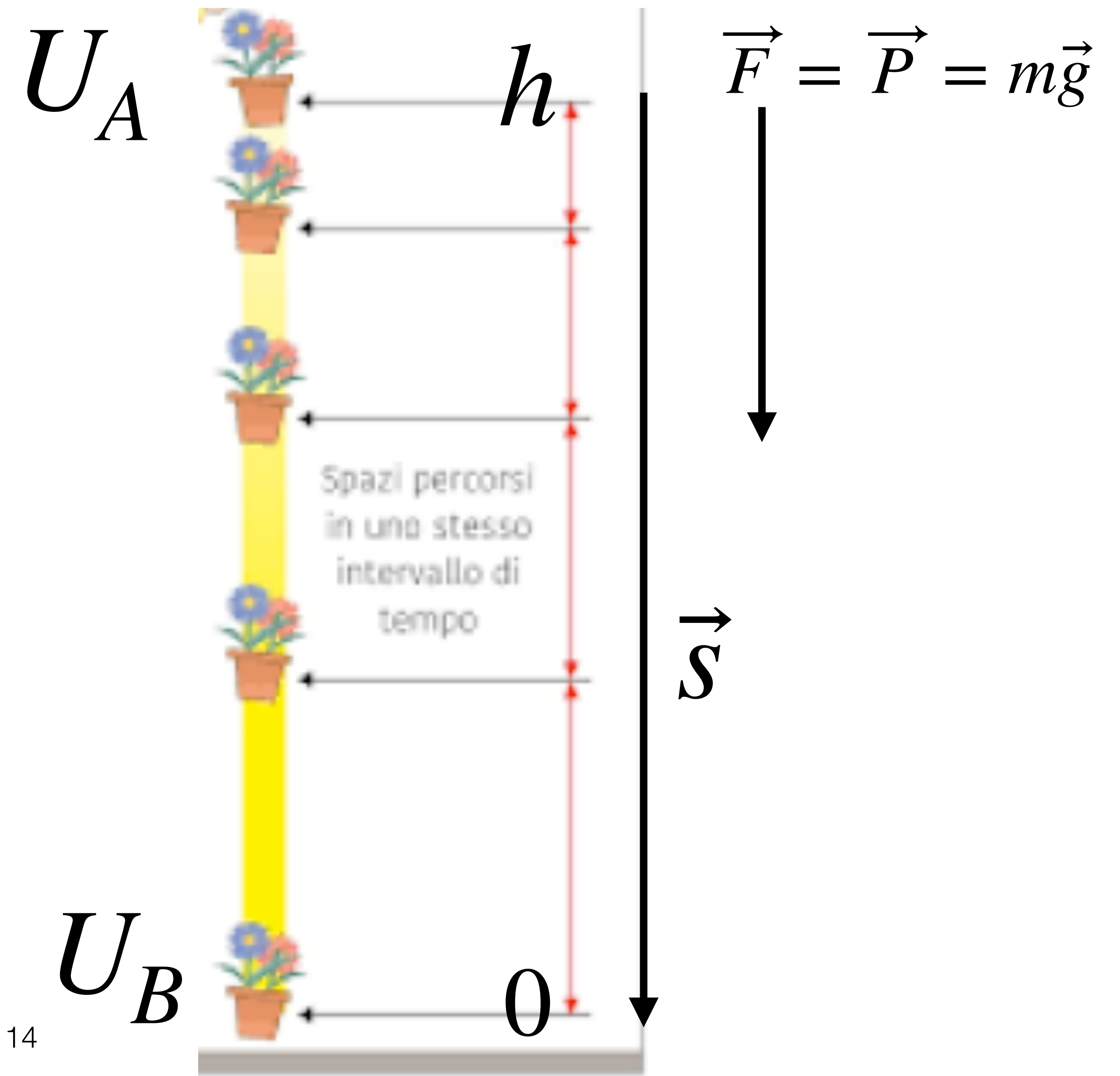
ENERGIA MECCANICA

NEL CASO DELLE FORZE CONSERVATIVE

Quando il lavoro dipende solo dal punto iniziale e finale (forze conservative) possiamo usarlo per definire la differenza di una funzione (**energia potenziale U o E_{pot}**) tra due punti:

$$L_{AB} = U_A - U_B; \quad \text{qui: } \begin{aligned} U_A &= mgh \\ U_B &= 0 \end{aligned}$$

$$\text{e quindi } L_{AB} = \vec{F} \cdot \vec{S} = mgh$$



ENERGIA MECCANICA

NEL CASO DELLE FORZE CONSERVATIVE

Poiché la variazione di velocità di un corpo che si muove da A a B sottoposto alla forza che fa lavoro L_{AB} dà luogo ad una variazione di energia cinetica

$$\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = L_{AB} \text{ e quindi } \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = U_A - U_B$$

allora:

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + U_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + U_B$$

Che significa, per la genericità dei punti A e B, che su tutta la traiettoria e quindi a ogni istante, si ha:

Energia cinetica + Energia potenziale = costante

ENERGIA MECCANICA

NEL CASO DELLE FORZE CONSERVATIVE

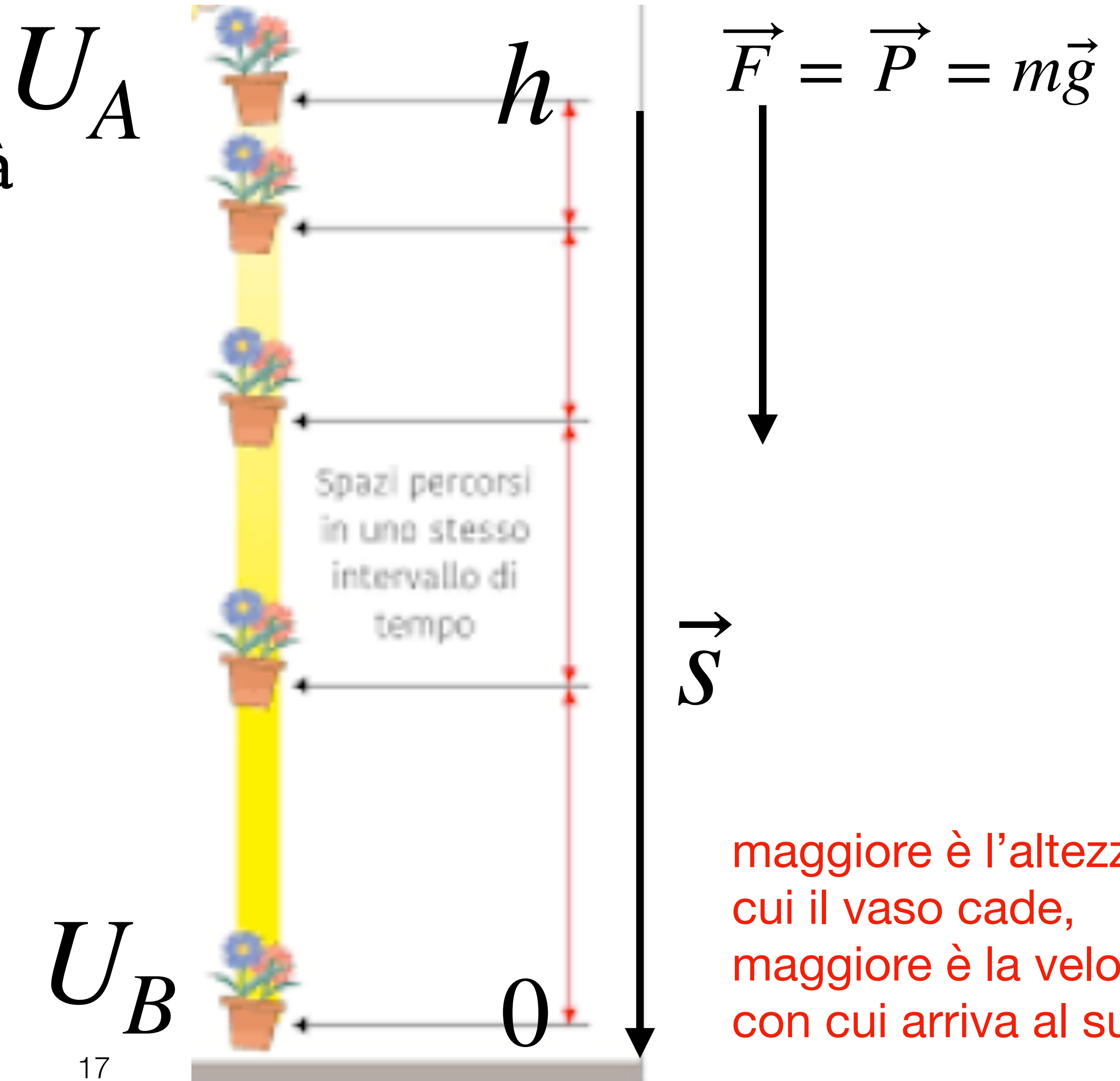
Allora, se in questo esempio consideriamo solo la forza di gravità e se il vaso cade da fermo ($v_A = 0 \text{ m/s}$) e arriva al suolo ($U_B = 0$), per la conservazione dell'energia, cioè per

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + U_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + U_B$$

si ha:

$$\text{zero! } \cancel{m}gh = \frac{1}{2}\cancel{m}v_B^2 \text{ zero!}$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{2gh}$$



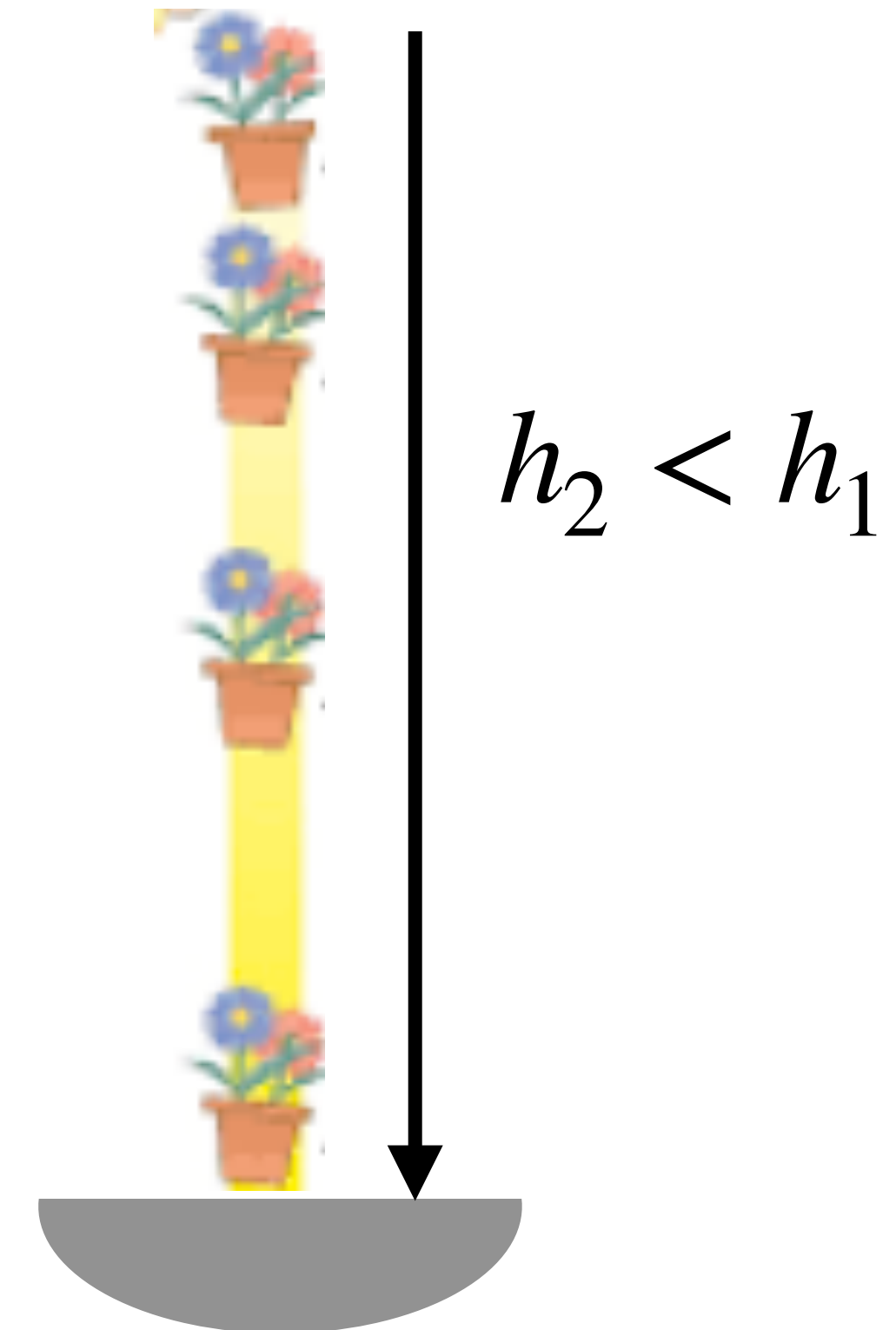
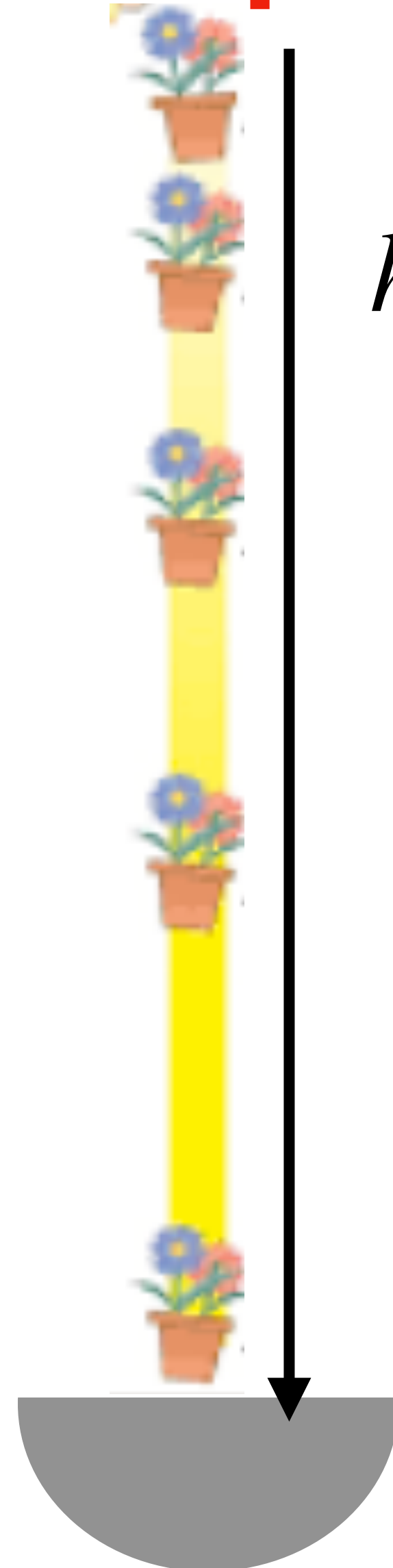
maggiore è l'altezza da cui il vaso cade, maggiore è la velocità con cui arriva al suolo

ENERGIA POTENZIALE GRAVITAZIONALE

aumenta con l'altezza... comprensibile senza formule...

buca scavata nella terra/
sabbia dall'oggetto che cade:

è più o meno profonda...

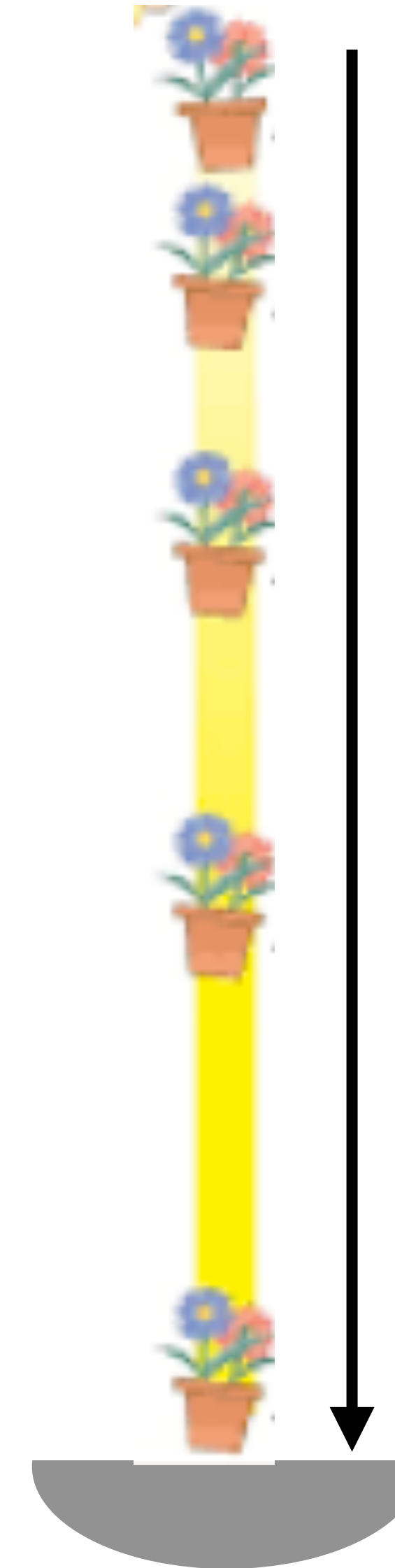


ENERGIA POTENZIALE GRAVITAZIONALE

aumenta con la massa... comprensibile senza formule...

buca scavata nella terra/
sabbia dall'oggetto che cade:

è più o meno profonda...



CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA

La conservazione dell'energia meccanica in presenza di forze conservative motiva l'introduzione di un principio fisico di validità molto più ampia (e giustificato dall'esperienza), che avevamo già introdotto (più intuitivamente e meno formalmente):

Il principio di conservazione dell'energia

Anche nel caso di sistemi fisici non meccanici esiste una proprietà (l'**energia**) che rappresenta e misura una **condizione necessaria** perché il sistema **possa eseguire lavoro** interagendo con altri corpi.

L'energia di un sistema isolato si conserva.

ANCORA FORZE E MOTO

In un **sistema di riferimento non inerziale** l'accelerazione non dipende unicamente dalle interazioni con altri corpi. Le accelerazioni che derivano dall'utilizzo di un sistema di riferimento non inerziale sono considerate dovute a “forze apparenti” o “forze inerziali”. Es. La forza centrifuga in un sistema rotante oppure la forza apparente cui sono soggetti i viaggiatori di un autobus che frena.

ANCORA FORZE E MOTO

L'accelerazione di un corpo dipende solo dalla forza totale, cioè dalla somma (vettoriale) delle forze che agiscono sul corpo.

L'annullarsi delle forze interne impedisce a un corpo di modificare il proprio stato di moto unicamente mediante forze interne.

E' connesso col cosiddetto principio di azione e reazione:

Se un corpo A agisce su un corpo B mediante una forza

F_{AB} il corpo B esercita allo stesso istante una forza

$$F_{BA} = -F_{AB}$$

ANCORA FORZE E MOTO: CORPI CELESTI

Non abbiamo accesso in modo semplice alle distanze dei corpi celesti. Invece siamo in grado di misurare gli angoli tra le linee di vista sotto cui li vediamo (angoli tra raggi luminosi). Questo è equivalente a proiettare le posizioni su una sfera (celeste) al cui centro si colloca l'osservatore terrestre.

L'osservazione attenta del cielo su tempi di anni mostra che ci sono diverse variazioni delle posizioni angolari e che queste sono regolari.

Gran parte delle variazioni facilmente osservabili dipende dalle caratteristiche del sistema di riferimento Terrestre (moto di rotazione e di rivoluzione).

ANCORA FORZE E MOTO: CORPI CELESTI

Mentre la descrizione dei moti può essere fatta in modo equivalente basandosi su qualsiasi sistema di riferimento, la descrizione della dinamica diviene semplice solo se fatta in un sistema di riferimento inerziale.

In un sistema di riferimento inerziale il Sistema di due corpi celesti come Sole e Terra va descritto come due corpi che interagiscono tra loro (forza del Sole sulla Terra uguale e contraria a quella della Terra sul Sole) e le cui accelerazioni sono inversamente proporzionali alle masse.