

# Problemi che conducono alle derivate

# Uno sguardo alla storia

**Problemi aperti del XVII secolo:**

**Matematica.** Si riusciva a tracciare la retta tangente in un punto solo di alcune curve e ogni curva richiedeva un particolare procedimento; mancava un metodo generale.

**Fisica.** Nel moto dei pianeti, dei proiettili, del pendolo, ... la velocità varia: come valutare la velocità in un dato istante?

I due problemi sembrano non avere nulla in comune, ma **Newton** e **Leibniz** hanno trovato un procedimento per risolvere entrambi.

**Newton**  
1642 - 1727



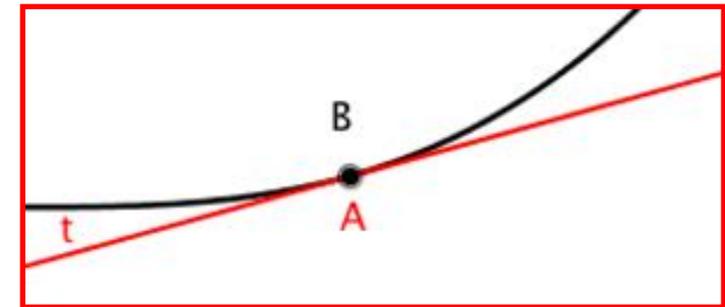
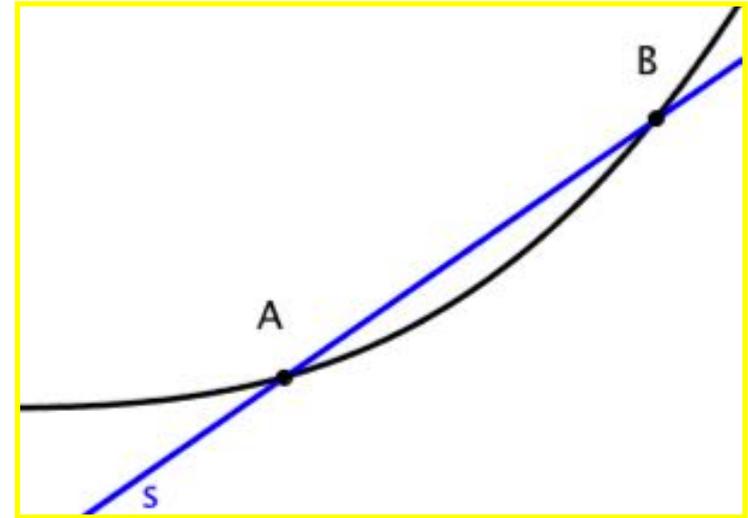
**Leibniz**  
1646 - 1716



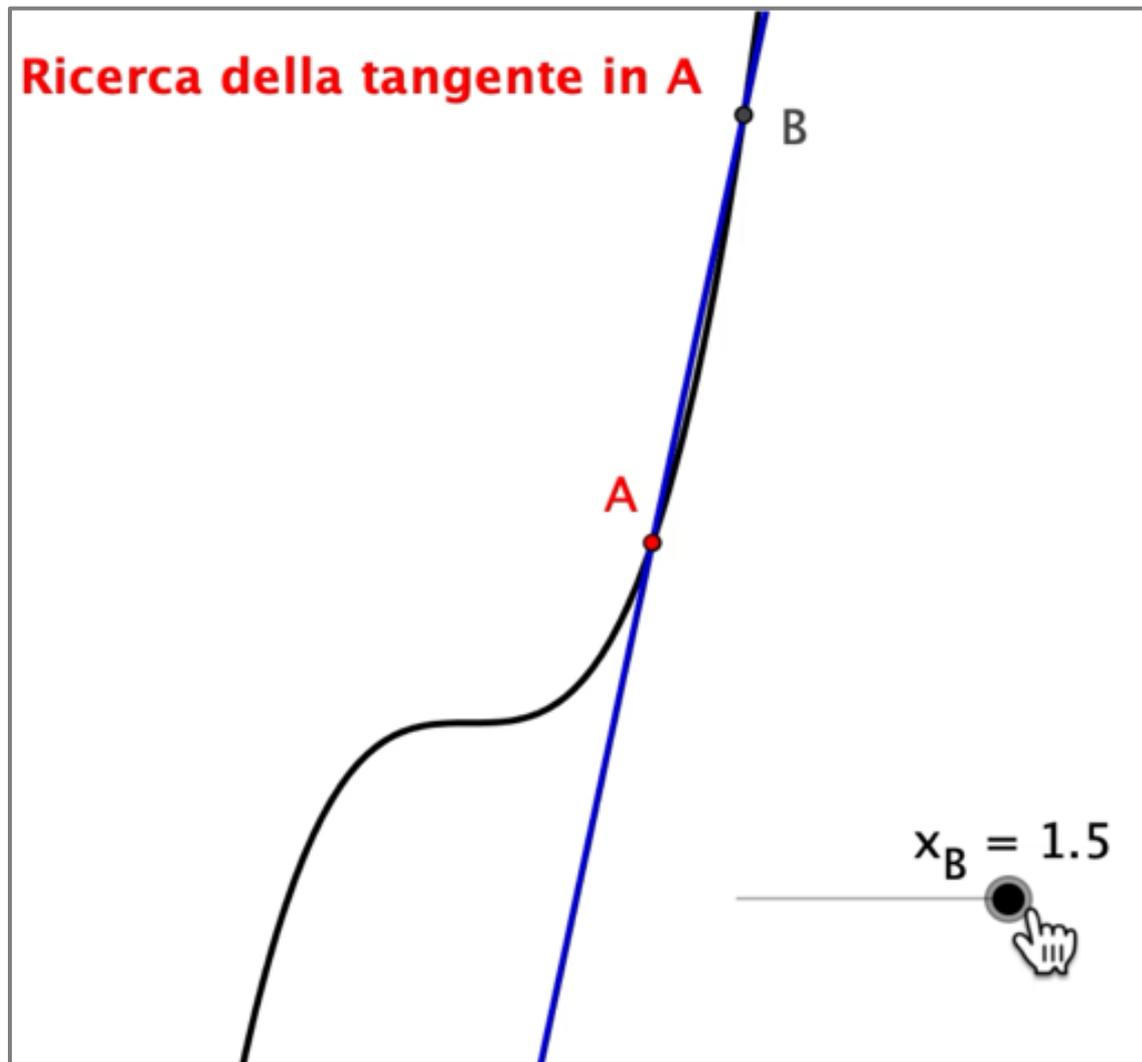
# La ricerca della retta tangente

Data una curva piana ed un suo punto  $A$ , la retta tangente  $t$  alla curva in  $A$  è la retta che meglio approssima la curva in un intorno di  $A$ .

Posso immaginare la retta  $t$  come la posizione limite di una secante  $s$  passante per  $A$  ed un altro punto  $B$  della curva, quando  $B$  si avvicina ad  $A$ .



# La retta secante in movimento

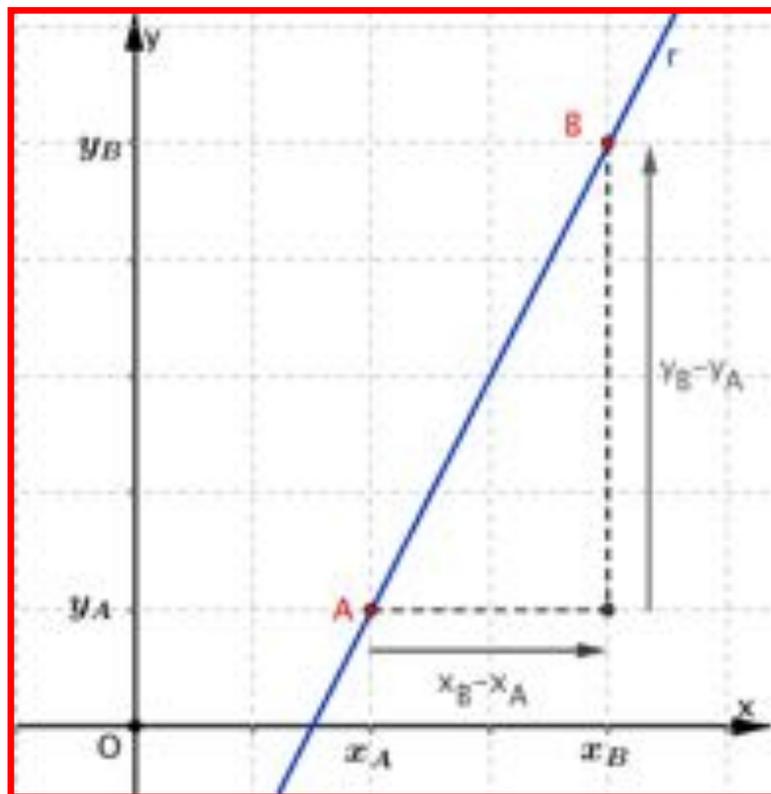


# La pendenza di una retta

Newton e Leibniz puntano l'attenzione sulla pendenza della secante AB 'in movimento'.

Come si trova la pendenza  $m_r$  della retta  $r$  che passa per due punti A e B?

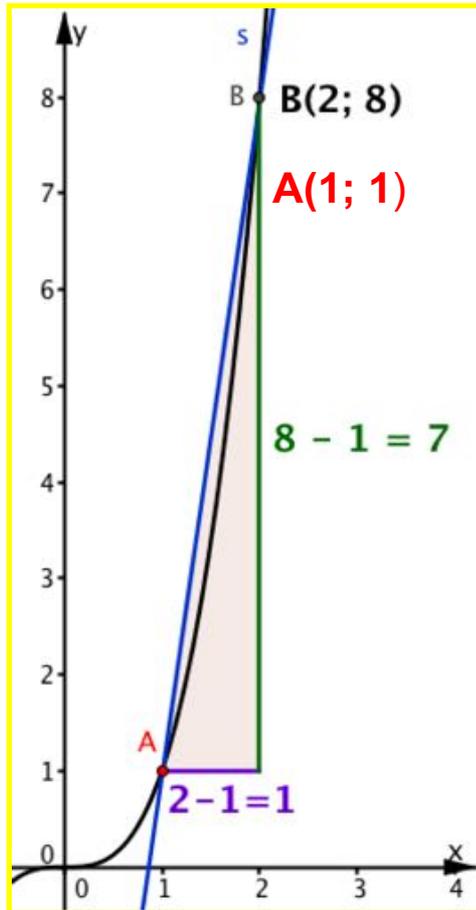
$$m_r = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$



# Ragiono su un esempio

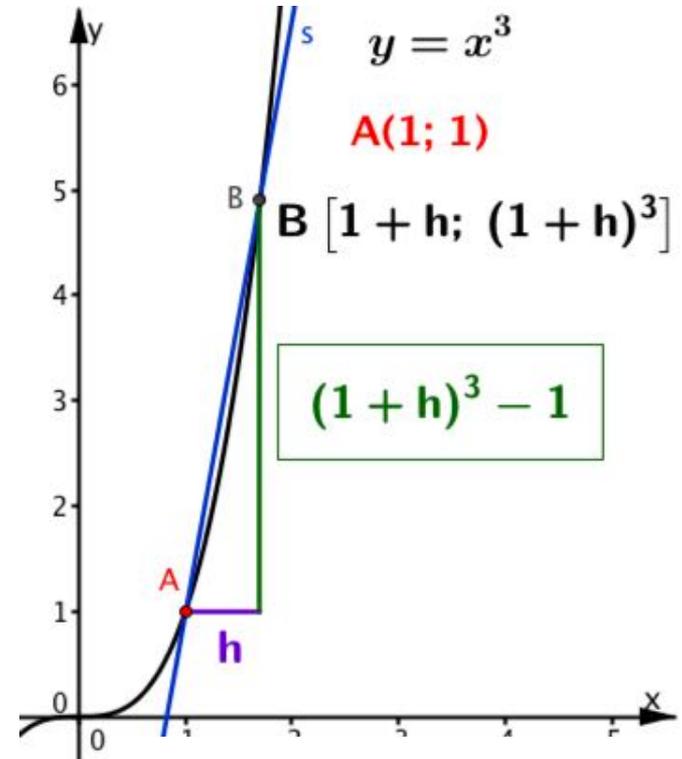
# Funzione $y = x^3$ e pendenza della secante AB

## Retta secante



$$m_s = \frac{7}{1} = 7$$

## Retta secante 'in movimento'



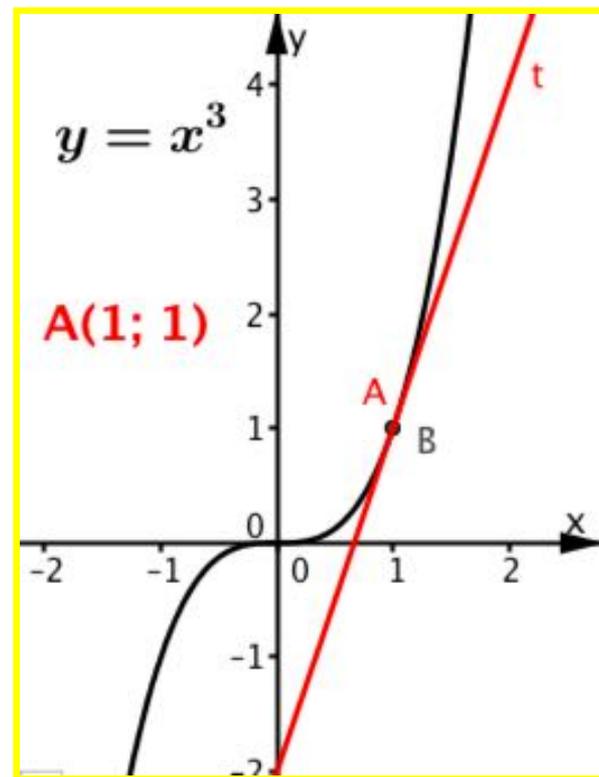
$$m_s = \frac{(1 + h)^3 - 1}{h}$$

# Dalla secante alla tangente

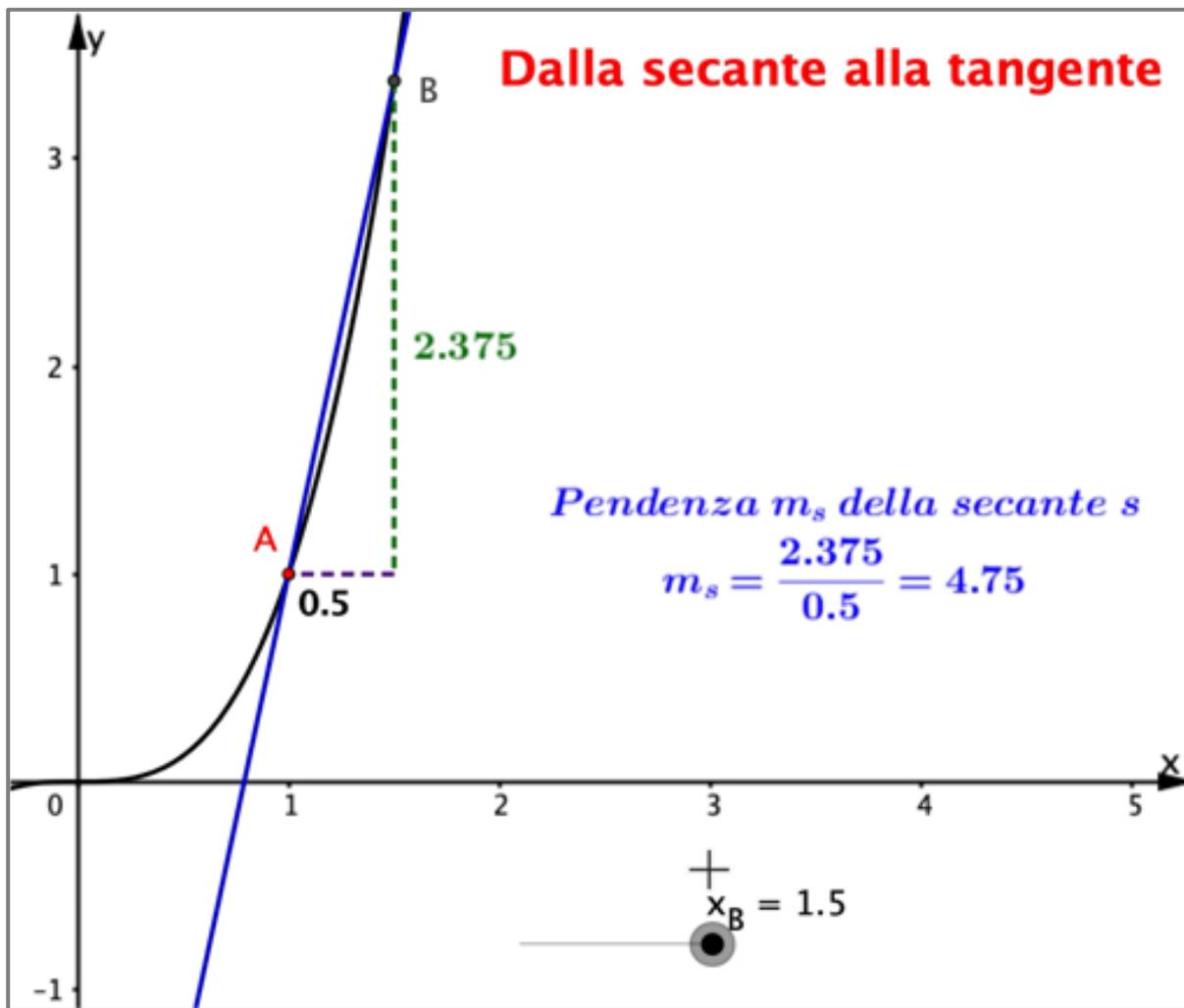
Per passare dalla secante alla tangente debbo avvicinare B ad A, questo vuol dire che  $h$  tende a 0.

$$m_s = \frac{(1+h)^3 - 1}{h} = \frac{h^3 + 3h^2 + 3h}{h} = h^2 + 3h + 3$$

$$m_t = \lim_{h \rightarrow 0} (h^2 + 3h + 3) = 3$$



# Dalla secante alla tangente video



# Attività. Altri problemi per riflettere

**Completa la scheda allegata per esaminare altri problemi che ‘hanno qualcosa in comune’ con la ricerca della tangente ad una curva.**

**Che cosa hai ottenuto**

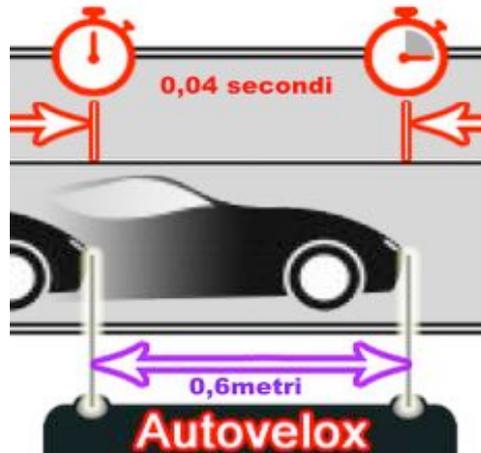
# Velocità media e velocità istantanea

a. calcola la velocità dell'auto a partire dai dati in figura

$$\text{velocità} = 0,6 : 0,04 = 15 \text{ m/s} = 54 \text{ km/h}$$

b. Spiega perché la velocità calcolata qui sopra è una velocità media, che approssima la velocità dell'auto nell'istante in cui parte il cronometro.

Per calcolare la velocità istantanea non divido la distanza percorsa per il tempo impiegato (come si fa per calcolare la velocità media), perché in un dato istante entrambe le quantità sono zero. Però un oggetto in movimento ha una velocità in ogni istante, altrimenti sarebbe fermo.



# Velocità istantanea del pendolo

Un pendolo si muove secondo la legge  $s = \sin(t)$ .

Completa i passaggi qui sotto, in modo da ottenere la velocità nell'istante in cui cominciamo a misurare il tempo, cioè all'istante  $t = 0$ .

- Considero un piccolo intervallo di tempo lungo  $h$ , fra l'istante  $t = 0$  e l'istante  $t = 0 + h$ .

- Calcolo la distanza percorsa dal pendolo nell'intervallo  $h$ , data da  $\sin(0 + h) - \sin(0)$

- Calcolo la velocità media  $v_m$  data da

$$v_m = \frac{\sin(0 + h) - \sin(0)}{h} = \frac{\sin(h)}{h}$$

- Per avere la velocità  $v$  all'istante richiesto calcolo:

$$v = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{\sin(h)}{h} = 1$$



# Rapidità istantanea di crescita

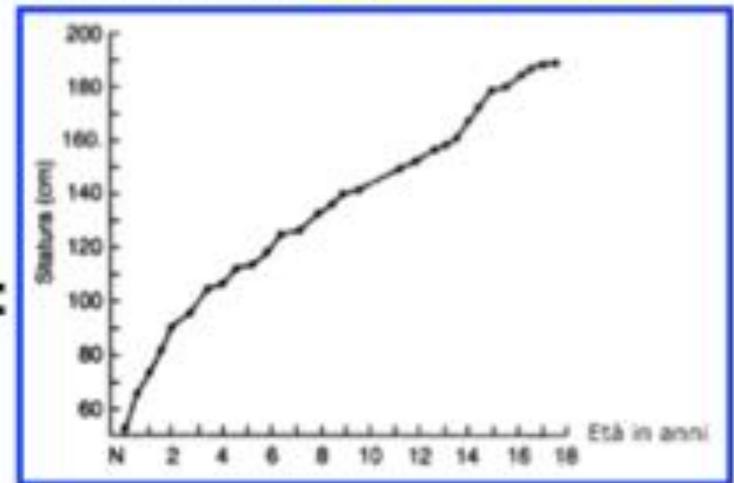
La curva rappresenta l'altezza  $y$  di un ragazzo al variare del tempo  $t$ .  
So che  $y$  è funzione di  $t$ , ma non ho una formula per descrivere la curva.  
Descrivo la funzione che lega  $y$  e  $t$  con la formula  $y = f(t)$ .  
Completa i passaggi qui sotto per descrivere la rapidità di crescita del ragazzo a 16 anni.

- Considero un piccolo intervallo di tempo lungo  $h$ , fra  $t = 16$  e  $t = 16 + h$ .
- Calcolo la variazione di altezza nell'intervallo  $h$ , data da  $f(16 + h) - f(16)$
- La rapidità media di crescita  $r_m$  è data da:

$$r_m = \frac{f(16 + h) - f(16)}{h}$$

- La rapidità di crescita  $r$  a 16 anni è data da:

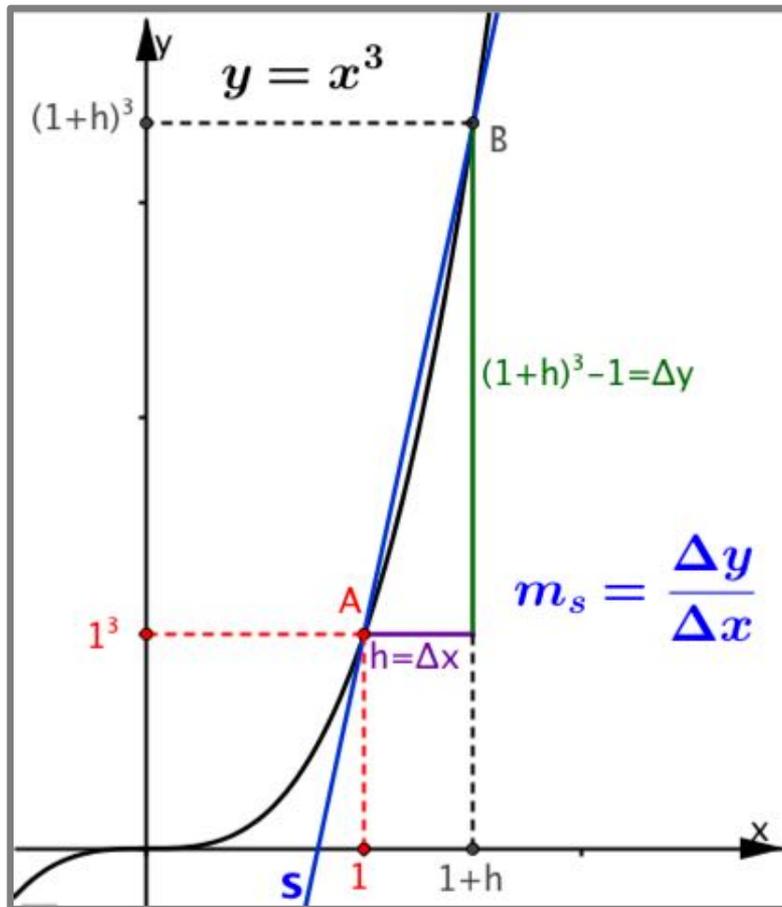
$$r = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(16 + h) - f(16)}{h}$$



# Parole e simboli della matematica

**Incremento:** in matematica significa 'variazione'

## ESEMPIO



$\Delta x$  = incremento dell'ascissa

$\Delta y$  = incremento dell'ordinata

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \text{rapporto incrementale}$$

$\Delta y$  è una sigla che riassume la frase 'differenza delle ordinate'.

$\Delta$  è 'd maiuscola' greca

# Un procedimento per risolvere tre problemi

<p>Pendenza della tangente alla curva <math>y = x^3</math> in <math>x = 1</math></p>	<p>1. Pendenza <math>m_s</math> della secante</p> $m_s = \frac{(1+h)^3 - 1^3}{h}$	<p>2. Pendenza <math>m_t</math> della tangente</p> $m_t = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{(1+h)^3 - 1^3}{h}$
<p>Velocità del moto <math>s = \sin(t)</math> in <math>t = 0</math></p>	<p>1. Velocità media <math>v_m</math></p> $v_m = \frac{\sin(0+h) - \sin(0)}{h}$	<p>2. Velocità istantanea <math>v</math></p> $v = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{\sin(0+h) - \sin(0)}{h}$
<p>Rapidità di crescita di <math>y = f(t)</math> in <math>t = 16</math></p>	<p>1. Rapidità media <math>r_m</math> di crescita</p> $r_m = \frac{f(16+h) - f(16)}{h}$	<p>2. Rapidità istantanea <math>r</math> di crescita</p> $r = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(16+h) - f(16)}{h}$
<p><b>Procedimento per determinare la rapidità di variazione di una funzione <math>y = f(x)</math> in <math>x = a</math></b></p>	<p><b>1. Rapporto incrementale</b></p> $\frac{\Delta f}{\Delta x} = \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$	<p><b>2. Limite per <math>h \rightarrow 0</math> del rapporto incrementale</b></p> $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$

# Il limite del rapporto incrementale

Il rapporto incrementale varia al variare di  $h$

## ESEMPI

$$y = x^3 \text{ in } x = 1 \quad \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{h^3 + 3h^2 + 3h}{h}$$

$$y = \sin(x) \text{ in } x = 0 \quad \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\sin(h)}{h}$$

**Quali risultati può avere il limite per  $h$  che tende a 0 del rapporto incrementale?**

**Cercheremo la risposta nella prossima lezione.**