

## **PERCORSO DIDATTICO SULLA VELOCITÀ**

### **Una proposta basata sui lavori di J. Piaget**

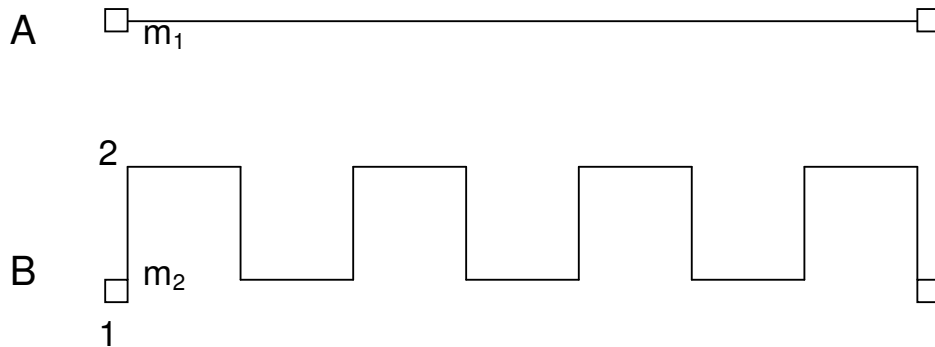
Leonardo Barsantini

Il percorso si propone l'obiettivo di familiarizzare lo studente con il concetto di velocità proponendogli esperienze significative che chiariscano il ruolo giocato, nella determinazione della velocità, dalle distanze percorse e dai tempi impiegati a percorrere tali distanze.

La presente proposta nasce dall'analisi attenta del lavoro di J. Piaget sui movimenti e le velocità (J. Piaget, *La nozione di movimento e di velocità nel bambino*, New Compton Ed. 1975). Da questa opera si comprende chiaramente come la definizione di velocità espressa per mezzo della relazione distanza percorsa fratto tempo impiegato sia insufficiente per lo studente, se non si chiariscono precedentemente alcuni punti: il ruolo giocato dalla traiettoria, (fare un cammino altrettanto lungo quanto un altro non significa arrivare altrettanto lontano); il sorpasso; i punti di partenza e di arrivo.

Il percorso è diviso in due parti: il movimento e la velocità. La prima parte, che può essere vista come una sorta di prerequisito, vuole focalizzare l'attenzione dello studente sulla distanza percorsa su una data traiettoria e sull'importanza della misurazione della distanza stessa. La seconda parte, relativa alla velocità, cerca di porre lo studente di fronte a situazioni diverse, che gli permettano di pensare alla velocità in funzione delle distanze percorse e dei tempi impiegati; nella parte finale si è cercato di introdurre i grafici spazio tempo in modo "concreto", in modo, cioè, che la loro "costruzione" abbia un significato per gli studenti. Non si è mai fatto riferimento alla relazione che definisce la velocità come distanza percorsa fratto tempo impiegato, non perché questa prima o poi non vada introdotta, ma perché riteniamo importante, in questa prima fase, che gli studenti concettualizzino la velocità attraverso il ricorso alle distanze e ai tempi: i grafici possono dare una definizione operativa di velocità tanto adeguata quanto la formula.

## Spostamento e traiettoria



Tracciate su un foglio abbastanza grande due linee diverse, A e B, che congiungano in modo diverso gli stessi due punti, partenza e arrivo; questi potrebbero rappresentare due città, oppure due luoghi all'interno della città o della scuola, o altro ancora. Su queste linee farete muovere due oggetti  $m_1$  e  $m_2$ .

**1. Partendo dall'origine di A percorrete con  $m_1$ , un tratto che lo porti circa a metà percorso. Chiedete allo studente di percorrere, con  $m_2$ , un tratto altrettanto lungo sulla linea B.**

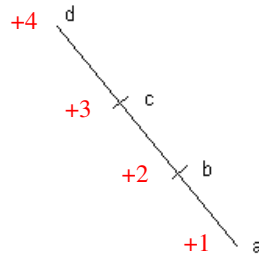
**2. Muovete  $m_2$  dal punto 1 al punto 2 della linea B e chiedete di quanto deve muoversi  $m_1$  sulla linea A, affinché faccia un percorso della stessa lunghezza.**

Gli studenti dovrebbero arrivare a capire che percorrere tratti di uguale lunghezza, quindi allontanarsi di tratti uguali dal punto di partenza, non significa arrivare ugualmente vicini al punto d'arrivo. Si fornisca una misura con cui confrontare i percorsi.

**3. Questa parte del percorso, proposta a ragazzi del secondo o terzo anno della scuola secondaria di primo grado, può essere tralasciata o svolta dandole un'interpretazione**

matematica, rendendo così più chiare le richieste. In particolare si può associare ad ogni traguardo un numero relativo come illustrato di seguito.

**Tracciate su un cartoncino un percorso rettilineo e poggiatelo poi contro una parete allo scopo di ottenere un percorso in salita. Con riferimento alla figura ponete le seguenti domande.**



**Si va dal punto a fino al punto c, dal punto c fino al punto d, dal punto d al punto a: si è fatta più salita o discesa?**

**4. Si va dal punto a al punto c, dal punto c al punto b, dal punto b al punto d e infine dal punto d al punto a. Ci sono tante salite quante discese? La somma delle salite equivale alla somma delle discese? Gli studenti possono effettuare una misurazione dei percorsi.**

Queste domande dovrebbero condurre lo studente a comprendere che non c'è prevalenza della salita rispetto alla discesa (o viceversa) e che ciò che conta è la distanza percorsa. Dice Piaget a questo proposito: "Per la maggior parte dei soggetti giovani la funicolare (il dispositivo utilizzato da Piaget consisteva in una montagna di cartone sulla quale faceva circolare lungo una spago una perlina che raffigurava una funicolare), fa più salita che discesa". Semplici calcoli con i numeri relativi confermano che, anche se salire è più faticoso, se si parte e si arriva nello stesso punto, le quantità di salita e di discesa sono le stesse.

A questo si potrà introdurre il termine "traiettoria": gli studenti dovrebbero essere arrivati a definirla come la linea effettivamente percorsa dall'oggetto in moto, distinguendola esplicitamente dalla linea retta immaginaria che congiunge partenza e arrivo.

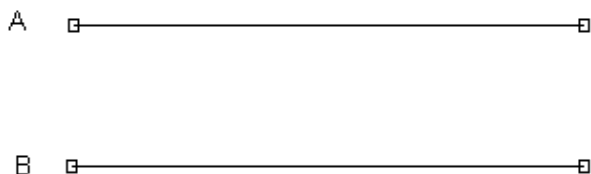
## La velocità

### I PARTE

**1. Chiedete agli studenti cosa significa: “essere veloce”, “il più veloce”, “velocità” .**

Gli studenti indicheranno situazioni a loro familiari quali le gare di corsa. Se ciò non accadesse si potrebbe chiedere loro di proporre un modo per verificare chi è il più veloce. Gli studenti, quasi sicuramente, proporranno la situazione analizzata nel punto 2.

**2. Presentate alla lavagna, o su un foglio, i seguenti percorsi che simulano una gara fra due ragazzi.**



**3. Chiedete: se partono contemporaneamente, chi è il più veloce? I ragazzi, probabilmente, risponderanno che il più veloce è quello che arriva prima.**

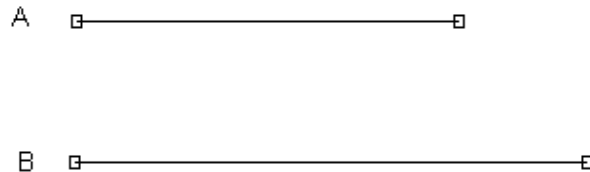
**Chiedete allora: come è il tempo del più veloce rispetto a quello del più lento? Come sono le distanze percorse? (E' forse più opportuno parlare di “distanza”, piuttosto che di “spazio”, per la maggiore ambiguità di quest'ultimo termine).**

Gli studenti dovrebbero arrivare a comprendere che, in una situazione di questo tipo, il più veloce percorre la stessa distanza in un tempo inferiore.

**4. Sempre con riferimento al punto 2, gli studenti potrebbero anche proporre una gara su tempi fissati e distanze diverse (record dell'ora ciclistico). Questa situazione può comunque essere stimolata ponendo le seguenti domande: con riferimento alla**

**gara del punto 3, quando il più veloce arriva al traguardo, dove si trova il più lento?  
Se il più veloce continua a correre finché anche il più lento arriva al traguardo, dove arriva?**

**5. Presentate allora le due traiettorie A e B**

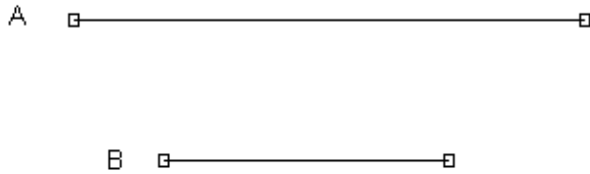


**e simulate una gara in cui due oggetti partono contemporaneamente e giungono contemporaneamente. Chiedete agli studenti quale oggetto, a loro parere, è stato il più veloce e perché. Chiedete ancora: come sono i tempi impiegati? Come sono le distanze percorse?**

In questo caso, in cui non coincidono i punti di arrivo, dovrebbe risultare chiaro che è più veloce l'oggetto che nello stesso tempo percorre una distanza maggiore.

**6. Mettete a confronto le due situazioni, del punto 2 e del punto 5, facendo scrivere ai ragazzi in quale relazione deve essere il tempo impiegato dal più lento, col tempo del più veloce, nel caso in cui le distanze siano uguali; in quale relazione deve essere la distanza percorsa dal più lento rispetto a quella del più veloce, nel caso in cui i tempi impiegati siano gli stessi.**

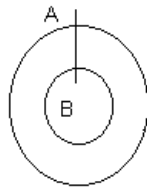
**7. Si confronti il caso di uno studente molto veloce (A), con uno molto lento (B), in modo che si realizzi la situazione riportata in figura in cui i tempi impiegati sono uguali.**



**Chi è il più veloce? Perché? Gli studenti dovrebbero rispondere chiarendo le relazioni fra distanze percorse e tempi impiegati.**

Questa situazione è diversa dalle precedenti perché adesso non coincidono né il punto di partenza, né quello di arrivo.

**8. Tracciate sul terreno due cerchi concentrici come riportato nel disegno**



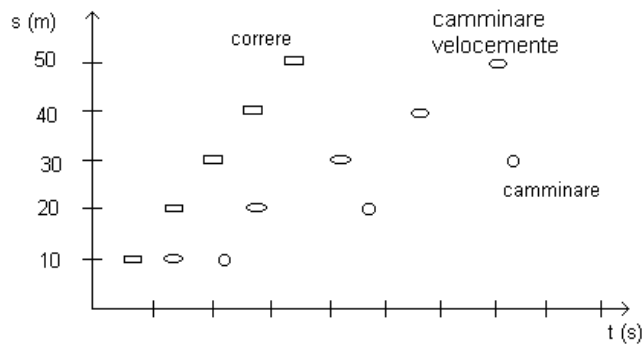
**e chiedete a due ragazzi di muoversi sulle due traiettorie, partendo assieme dal traguardo e giungendo assieme allo stesso traguardo, ad esempio aiutandosi a mantenere l'allineamento con un lungo bastone afferrato da entrambi gli studenti.**

**Chi è il più veloce? Perché?**

In questo caso le considerazioni fatte precedentemente sul tempo e sulla distanza, per determinare il più veloce, continuano a valere, ma devono essere riutilizzate in un contesto diverso in cui la traiettoria non è più rettilinea. Inoltre si realizza anche un'altra importante condizione: non c'è più un sorpasso visibile del più veloce nei confronti del più lento.

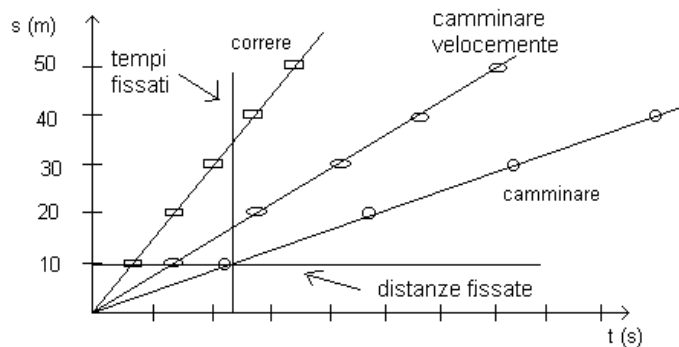
**9. Fate camminare normalmente, velocemente, correre, uno studente su una distanza fissata, (cinquanta metri), e disponendo gli altri studenti lungo il percorso, (ad esempio ogni dieci metri), fate rilevare i tempi al passaggio del ragazzo. Se il**

**ragazzo cammina o corre abbastanza regolarmente i grafici che si ottengono sono i seguenti. (In ogni caso i grafici che si ottengono sono un buon punto di partenza).**



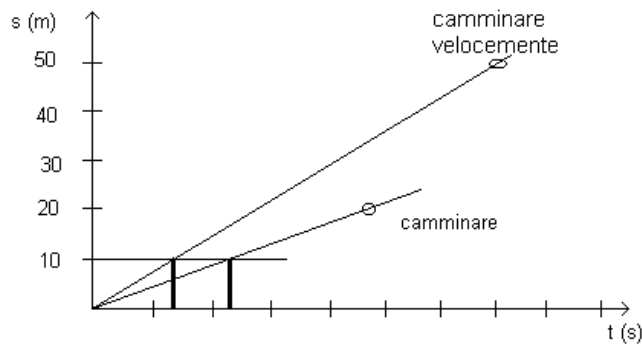
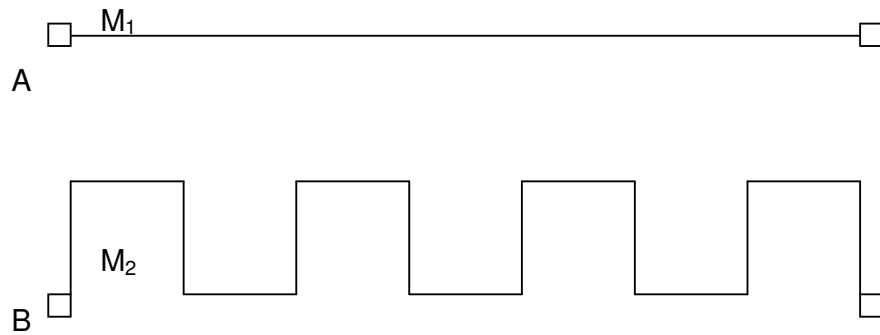
I grafici spazio - tempo così costruiti non dovrebbero più risultare astratti. Il confronto avviene fra tre modalità di percorrere la traiettoria che manifestano con immediatezza una graduatoria in termini di velocità; i punti sul grafico acquistano un preciso significato fisico.

**10. Fate unire i punti del grafico, relativamente a ogni modalità di percorrenza della traiettoria, con delle porzioni di rette. Chi è il più veloce fissata la distanza percorsa? Chi è il più veloce fissato il tempo impiegato?**



Diventa ora "visibile" il confronto fra le diverse velocità. E' importante che, oltre a saper costruire il grafico, gli studenti siano anche in grado di saperlo leggere. Diventa possibile un confronto fra velocità, anche nel caso in cui siano diverse sia le distanze percorse che i tempi impiegati.

11. Per mezzo di un grafico spazio - tempo si possono confrontare le velocità sui percorsi riportati nella figura seguente già utilizzata per lo studio del movimento. Se il ragazzo  $m_1$  cammina di passo normale e il ragazzo  $m_2$  cammina di passo svelto si realizza una situazione in cui sia i tempi che le distanze sono diverse ma il confronto in termini di velocità è ancora possibile per mezzo del grafico spazio-tempo.



Si può definire “più veloce”, quello che in un dato tempo percorre una distanza maggiore.

## II PARTE

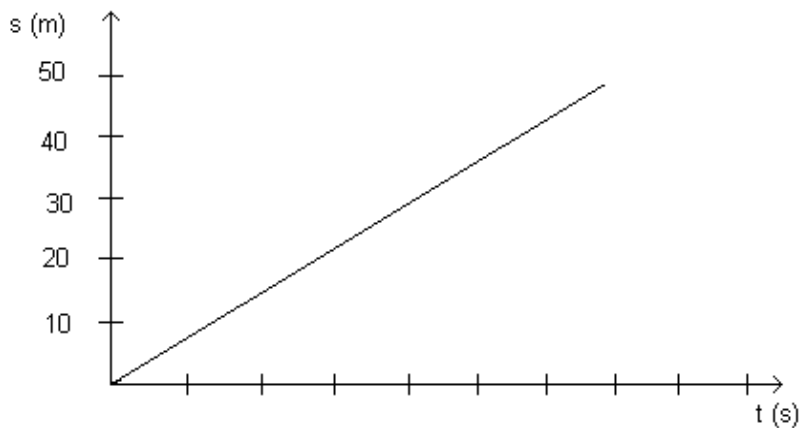
Gli studenti possono adesso approfondire le loro conoscenze, generalizzando quello che hanno appreso allo studio di semplici moti vari.



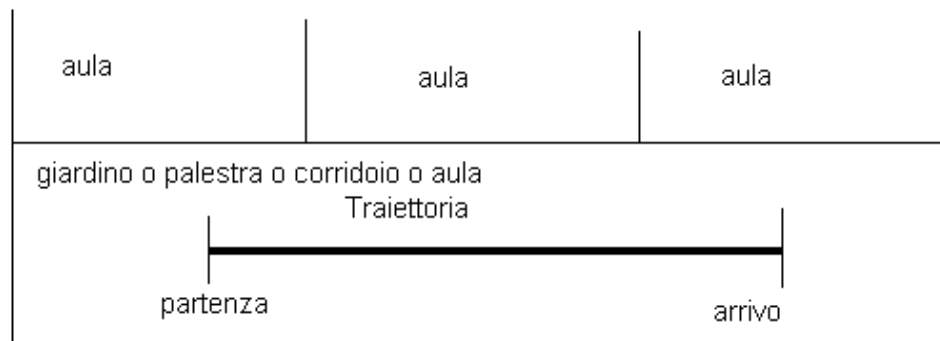
Il punto di partenza sono i grafici che, in questo contesto, costituiscono il linguaggio essenziale per la descrizione dei moti che verranno studiati e che si dimostreranno un valido strumento per la comprensione del fenomeno fisico in studio; ma ribaltando il punto di vista il percorso può anche fornire un valido ausilio alla comprensione dei grafici stessi sviluppando nello studente non solo la capacità di costruire rappresentazioni grafiche, ma anche di interpretarle.

**1. Riproponete una delle situazioni già affrontate nel precedente percorso, ad esempio il caso del ragazzo che cammina a velocità costante su un percorso fissato con i compagni che prendono i tempi di passaggio alle distanze intermedie.**

**Fate quindi riportare, dagli studenti, i dati su un grafico spazio-tempo. Il risultato che dovrebbero ottenere è riportato in figura.**



**2. Chiedete adesso agli studenti di tracciare su una pianta della classe il tragitto percorso, cioè la traiettoria. La traiettoria in questo caso risulta rettilinea come riportato nella seguente figura.**

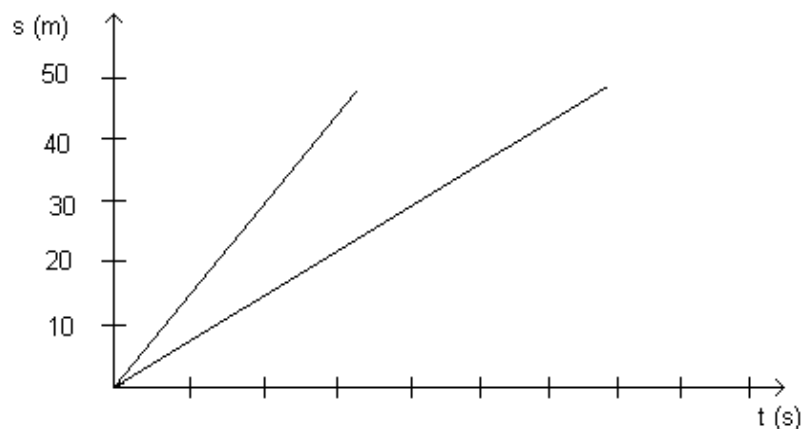


**3. Chiedete ai ragazzi se la linea riportata sul grafico, ottenuta con i dati riportati in tabella, coincide con la traiettoria.**

Non è detto che tutti gli studenti forniscano la risposta corretta, probabilmente per molti di loro l'evidenza percettiva della traiettoria effettivamente percorsa è più forte della rappresentazione grafica. In questo caso è opportuno presentare agli studenti una prima situazione problematica che metta in evidenza la differenza fra le due linee tracciate.

**4. Fate percorrere la stessa traiettoria a una diversa velocità, e fate riportare nello stesso sul grafico i nuovi dati.**

**(L'insegnante può anche organizzarsi in modo tale da non dover ripetere tutte le volte nuove prove, ma riutilizzare i vecchi dati).**

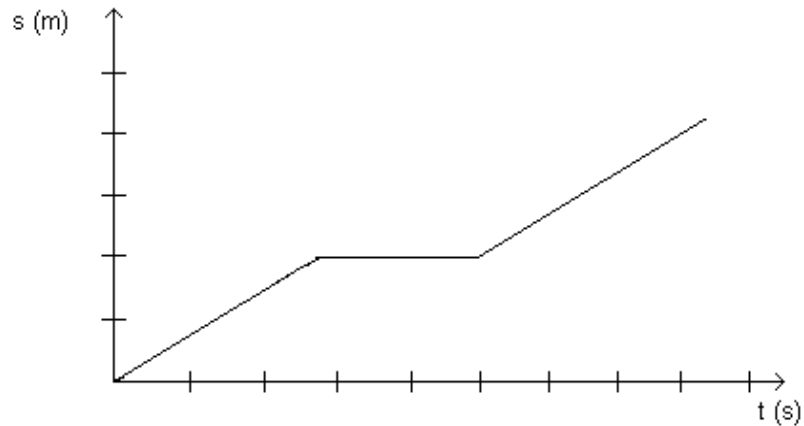


**5. Riproponete la domanda del punto 3.**

Risulta adesso evidente che mentre la traiettoria resta immutata, le linee del grafico variano al variare della velocità. Infatti mentre la traiettoria dà informazioni sul cammino percorso, il grafico spazio-tempo dà informazioni sulla velocità con cui tale cammino è stato percorso.

**6. Sempre sulla stessa traiettoria, fate camminare uno studente a velocità costante, quindi fatelo fermare per alcuni secondi, per esempio all'altezza di uno degli**

**studenti che lungo il percorso prendono i tempi di transito, e quindi fatelo ripartire sempre a velocità costante. Riportati i dati in grafico si ottiene il seguente andamento:**



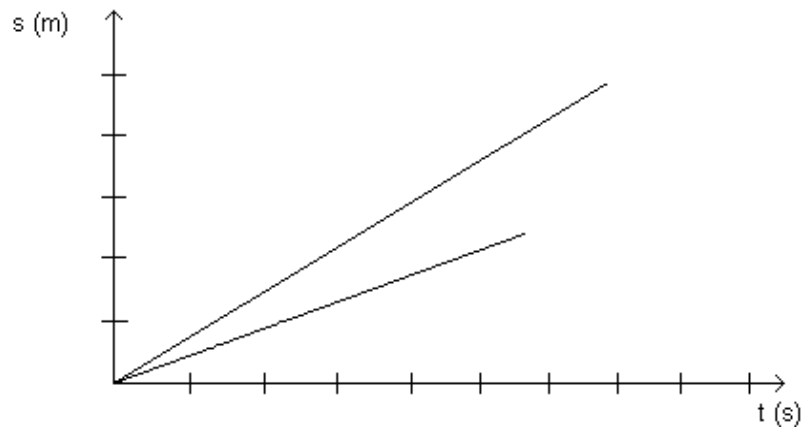
In questo caso la differenza con la traiettoria risulta ancora più marcata rispetto al caso precedente e dovrebbe convincere gli studenti della differenza fra le due rappresentazioni. Alcuni studenti, posti di fronte al grafico precedente, affermano che "non si è andati dritti".

**7. Ricordando che questo tipo di rappresentazione fornisce informazioni sulla velocità, si può ora chiedere che cosa rappresenta il tratto orizzontale del grafico.**

Gli studenti potrebbero a questo punto fornire la risposta corretta e indicare che nel tratto orizzontale, essendo il ragazzo fermo, la velocità è nulla.

Può essere di aiuto analizzare nuovamente i vecchi grafici, in cui si faceva un confronto fra velocità diverse, dai quali si ricava che i risultati meno veloci forniscono linee meno inclinate.

**8. Con riferimento alla seguente figura, chi è il meno veloce?**



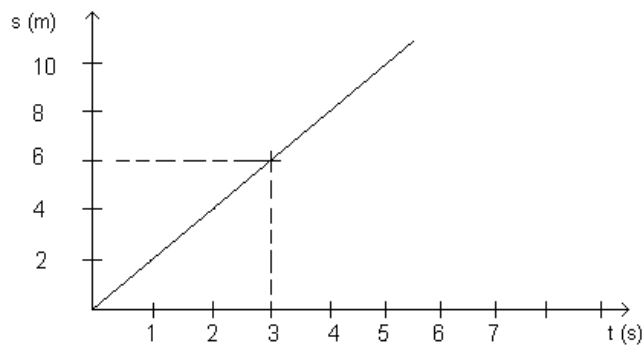
**Fate tracciare una terza linea che rappresenti una velocità più piccola delle due riportate sul grafico. Nel caso limite di velocità nulle che linea si dovrà tracciare?**

**9. Fate tracciare una linea che rappresenti una velocità maggiore di tutte quelle riportate fino a ora. Nel caso limite di velocità “infinite” che linea si dovrà tracciare?**

I ragazzi dovrebbero essere adesso in grado, non solo di costruire, ma anche di interpretare un grafico relativo alla velocità.

**10. A questo punto è possibile lavorare con moti vari più complessi in cui lo studente, o qualche oggetto in movimento, compie un moto con velocità diverse da tratto a tratto. Il grafico tracciato potrà mettere in evidenza le caratteristiche del moto.**

**11. Il grafico rappresenta un oggetto che si muove con velocità costante.**



Sapendo, come si ricava anche dal grafico, che l'oggetto percorre in 3s una distanza di 6m è possibile ricavare la distanza percorsa in un secondo? Come si può fare?

12. Realizza, ricavando i dati dal grafico, una tabella che metta in relazione le distanze percorse con i tempi impiegati.

distanza metri	tempo secondi	distanza/tempo metri/secondi
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	

Riempi la terza colonna della tabella con i dati a tua disposizione. Cosa osservi a proposito dei valori della terza colonna? I dati ricavati danno qualche indicazione sul fatto che in questo caso la velocità è costante? In che relazione sono questi dati con la distanza percorsa dall'oggetto in un secondo?

13. Come possiamo definire la velocità dell'oggetto?

Gli studenti sono così giunti a definire la velocità attraverso la relazione  $v = \frac{d}{t}$ , intendendo con  $d$  la distanza percorsa e con  $t$  il tempo impiegato.

14. Il grafico spazio-tempo e la relazione "distanza percorsa/tempo impiegato" forniscono lo stesso risultato in termini di velocità?

## Prove di verifica

### Prove relative alla prima parte

1. Presentate le due traiettorie, che risultano uguali, senza dirlo agli studenti. Dite loro che il tempo impiegato dall'oggetto su A è maggiore del tempo impiegato dall'oggetto su B.



Chiedete agli studenti di indicare chi è il più veloce e perché. Gli studenti possono misurare le lunghezze per confrontare le due traiettorie.

2. Presentate due traiettorie diverse per lunghezza, sempre senza dirlo agli studenti. Dite loro che il tempo impiegato dai due oggetti a percorrere le traiettorie è uguale.

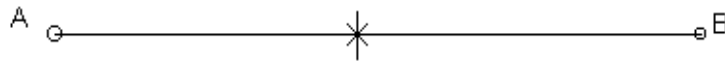


Chi è il più veloce? Perché? Gli studenti possono misurare le lunghezze per confrontare le due traiettorie.

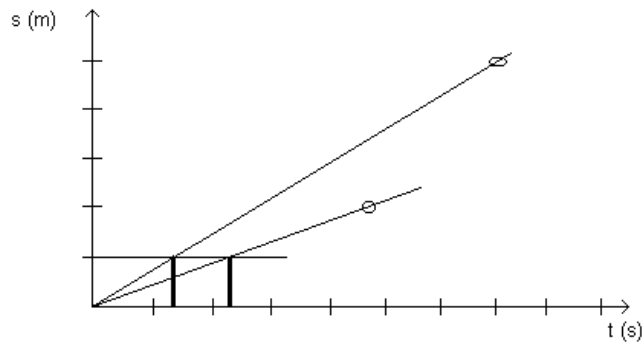
3. Analogo alla verifica del punto 1, distanze uguali, tempi diversi, sulle seguenti traiettorie



4. Analogo alla verifica del punto 2, tempi uguali, distanze diverse, sulle seguenti traiettorie



5. Fornendo agli studenti gli opportuni dati, fate costruire un grafico come quello riportato in figura.



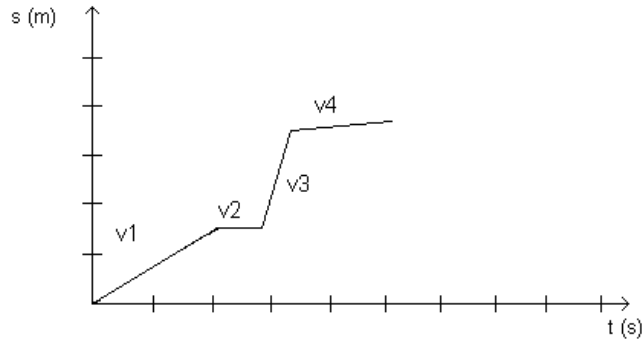
Chiedete agli studenti di indicare il più veloce.

6. Con riferimento al grafico dell'esercizio 5, fissate il tempo e chiedete di determinare le distanze percorse, oppure fissate la distanza percorsa e chiedete di determinare i tempi impiegati.

7. Sempre utilizzando il grafico precedente, chiedete agli studenti di ricostruire una tabella ricavando, ad esempio, le distanze percorse in corrispondenza di tempi fissati. In questo caso si richiede il percorso inverso di quello che viene normalmente proposto allo studente, cioè il passaggio dal grafico alla tabella.

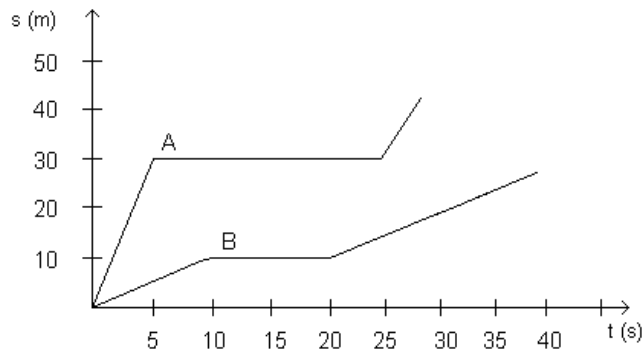
## Prove relative alla seconda parte

8. Un corpo si muove su una traiettoria rettilinea con una velocità che varia da tratto a tratto secondo l'andamento riportato nel grafico.



Ordina le quattro velocità dalla maggiore alla più piccola.

9. A e B rappresentano i moti di due oggetti diversi; per quanto tempo stanno fermi? Che distanza hanno percorso quando si fermano?



Chi si ferma prima? Chi riparte prima?

10. Quando diciamo che un oggetto ha una velocità di  $6\text{m/s}$  che cosa intendiamo dire?

11. Proporre una situazione in cui non sono uguali né le distanze percorse né i

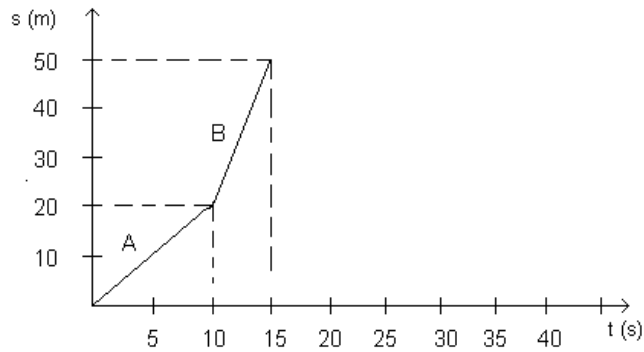


tempi impiegati (vedi 2, 5, 7), come si fa a stabilire chi è il più veloce?

**12. In una corsa a staffetta il primo corridore A percorre una certa distanza e poi lascia il testimone a un secondo corridore B.**

**Qual è la distanza percorsa e il tempo impiegato dal primo corridore A? Qual è la distanza percorsa e il tempo impiegato dal secondo corridore B?**

**Ricava la velocità del primo e del secondo corridore.**



**13. Con riferimento al grafico, qual è la distanza percorsa nell'intervallo di tempo che va da 5s a 25s? Quanto dura questo intervallo di tempo? Calcola la velocità dell'oggetto in questo tratto.**

