

FCI- Questionario sul Concetto di Forza

Versione originale in *The Physics Teacher*, marzo 1992

ad opera di

David Hestenes, Malcolm Wells, and Gregg Swackhamer

Rivisto nell' agosto 1995

da *Ibrahim Halloun, Richard Hake, and Eugene Mosca*

Traduzione in italiano di Leonardo Colletti

(Liceo Classico "Carducci ", Bolzano e Libera Università di Bolzano), settembre 2006

Il Force Concept Inventory (FCI) è un test a risposta multipla predisposto per la valutazione della comprensione da parte degli studenti dei concetti basilari della meccanica newtoniana. Tale test può essere usato per scopi diversi, ma il più importante è quello di valutare l'efficacia dell'insegnamento. Per un quadro completo di ciò che ha indirizzato lo sviluppo di questo strumento e sui modi in cui può essere utilizzato, si possono consultare alcuni articoli che lo riguardano (1,2), così come (a) gli articoli sul Mechanics Diagnostic Test (3,4), il predecessore del FCI, (b) l'articolo sul Mechanics Baseline Test, uno strumento che raccomandiamo come parallelo al FCI per la valutazione delle abilità quantitative di problem-solving, e (c) la collezione di dati (6) di Richard Hake sull' insegnamento della fisica nelle scuole superiori e all'università da parte di molti insegnanti e con metodi diversi negli Stati Uniti.

I riferimenti bibliografici 1-5 sono online a <<http://modeling.asu.edu/R&E/Research.html>> Il rif. 6 è online come ref. 24 at <<http://www.physics.indiana.edu/~hake>>.

Bibliografia:

1. D. Hestenes, M. Wells, and G. Swackhamer (1992). Force Concept Inventory, *The Physics Teacher* **30**, 141-151.
2. D. Hestenes and I. Halloun (1995). Interpreting the Force Concept Inventory, *The Physics Teacher* **33**, 502-506.
3. I. Halloun and D. Hestenes (1985). The initial knowledge state of college physics students. *Am. J. Phys.* **53**, 1043-1055.
4. I. Halloun and D. Hestenes (1985). Common sense concepts about motion, *Am. J. Phys.* **53**, 1056-1065.
5. D. Hestenes and M. Wells (1992). A Mechanics Baseline Test, *The Physics Teacher* **30**, 159-166.
6. R. Hake (1998). Interactive-engagement vs. traditional methods: A six thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *Am. J. Phys.* **66**, 64-74.

Agli insegnanti: potete dare le seguenti indicazioni agli studenti che si sottopongono al test

La tua partecipazione è volontaria, ma ti incoraggiamo comunque a prendere parte seriamente a questo test.

Non scrivere nulla su questo questionario.

Segna le tue risposte su un foglio a parte.

Segna una sola risposta per ogni domanda.

Non saltare alcuna domanda.

Evita di tirare a indovinare. Le tue risposte dovrebbero riflettere quel che tu pensi.

*Il questionario deve essere finito in **30 minuti**.*

Grazie per la cooperazione.

Note per gli insegnanti:

Il test FCI va effettuato senza libri, senza appunti, senza equazioni.

Molto importante! Per mantenere la segretezza e l'efficacia del test, evitate di chiamarlo "FCI-Questionario sul Concetto di Forza"; in caso dategli un altro nome (ad esempio, indagine di meccanica, o diagnostica delle forze, ecc.) o non dategli alcun nome particolare (La ragione di ciò è che la versione del 1992 è apparsa per un po' sul Web, senza protezione. Purtroppo ci è difficile evitare tali inconvenienti, che mettono a rischio l'efficacia e la credibilità del test).

Fatelo contare qualcosa dal punto di vista della valutazione, in modo che gli studenti lo prendano seriamente.

Alla fine del test, raccogliete i questionari e le risposte e assicuratevi che non rimangano copie in circolazione.

Non fotocopiate le prime due pagine di questo test.

Grazie per la vostra collaborazione.

Nota del traduttore italiano: ho mantenuto fedelmente la traccia dell'elaborato americano, comprese le indicazioni agli insegnanti, che possono risultare piuttosto curiose per la tradizione scolastica italiana. Ho inoltre mantenuto la ridondanza di linguaggio con cui alcune domande sono poste, anche se personalmente le avrei riviste un po'. L.C.

1. Due palle metalliche hanno le stesse dimensioni ma una pesa il doppio dell'altra. Le palle sono lasciate cadere dal tetto di un edificio di un solo piano e nello stesso istante. Il tempo che le due palle impiegano per raggiungere il suolo sarà:
 - (A) per la palla più pesante circa la metà di quanto impiegato dalla palla più leggera.
 - (B) per la palla più leggera circa la metà di quanto impiegato dalla palla più pesante.
 - (C) circa lo stesso per entrambe le palle.
 - (D) molto meno per la palla più pesante, ma non necessariamente la metà.
 - (E) molto meno per la palla più leggera, ma non necessariamente la metà.

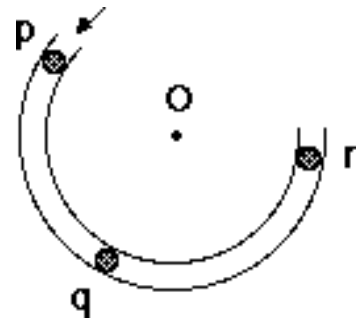
2. Le due palle metalliche del problema precedente cascano da un tavolo orizzontale dopo esserci rotolate sopra con la stessa velocità. In tale situazione:
 - (A) entrambe le palle toccano il suolo approssimativamente alla stessa distanza orizzontale dalla base del tavolo.
 - (B) la palla più pesante tocca il suolo ad una distanza orizzontale dalla base del tavolo che è circa la metà di quella dove casca la palla più leggera.
 - (C) la palla più leggera tocca il suolo ad una distanza orizzontale dalla base del tavolo che è circa la metà di quella dove casca la palla più pesante.
 - (D) la palla più pesante tocca il suolo in un punto considerevolmente più vicino alla base del tavolo di quanto faccia la palla più leggera, ma non necessariamente ad una distanza che ne sia la metà.
 - (E) la palla più leggera tocca il suolo in un punto considerevolmente più vicino alla base del tavolo di quanto faccia la palla più pesante, ma non necessariamente ad una distanza che ne sia la metà.

3. Una pietra lasciata cadere dal tetto di un edificio di un solo piano:
 - (A) raggiunge la massima velocità quasi subito dopo il rilascio e da quel momento in poi cade a velocità costante.
 - (B) la sua velocità cresce durante la caduta poiché l'attrazione gravitazionale diventa considerevolmente più intensa mano a mano che la pietra si avvicina alla Terra.
 - (C) la sua velocità cresce a causa di una forza di gravità quasi costante che agisce su di essa.
 - (D) cade a causa della tendenza naturale di tutti i corpi di fermarsi sulla superficie della Terra.
 - (E) cade a causa della combinazione degli effetti della forza di gravità che la spinge verso il basso e della forza dell'aria che la spinge verso il basso.

4. Un grande camion urta frontalmente con una piccola auto. Durante la collisione:
- (A) il camion esercita sull'auto un quantità di forza maggiore di quanto l'auto eserciti sul camion.
 - (B) l'auto esercita sul camion un quantità di forza maggiore di quanto il camion eserciti sull'auto.
 - (C) nessuno dei due esercita una forza sull'altro, l'auto viene colpita semplicemente perché si trova sulla strada del camion.
 - (D) il camion esercita una forza sull'auto ma l'auto non esercita una forza sul camion.
 - (E) il camion esercita sull'auto la stessa quantità di forza che l'auto esercita sul camion.

PER LE PROSSIME DUE DOMANDE (5 e 6) USA IL COMMENTO E LA FIGURA RIPORTATI DI SEGUITO.

La figura rappresenta un canale a forma circolare e privo di attriti centrato in O. Il canale è stato fissato sulla superficie orizzontale e priva di attriti di un tavolo. Stiamo guardando il tavolo dall'alto al basso. Le forze esercitate dall'aria sono trascurabili. Una palla è lanciata ad alta velocità nel canale nel punto p e ne esce nel punto r.

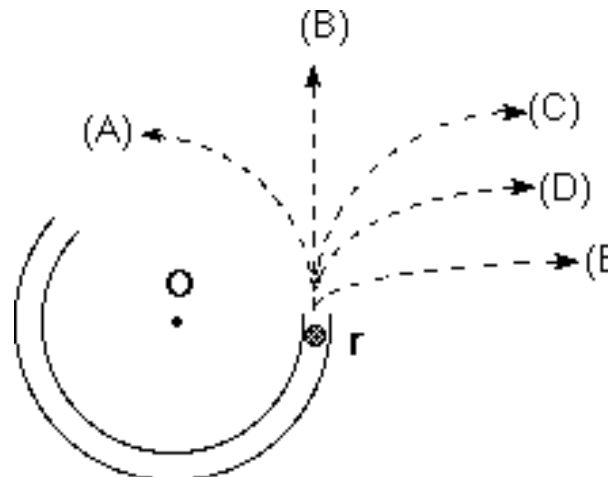


5. Considera le varie forze seguenti:
1. Una forza di gravità che punta verso il basso.
 2. Una forza esercitata dal canale che da q punta verso O.
 3. Una forza nella direzione del moto.
 4. Una forza che punta da O a q.

Quale(quali) di queste forze agisce (agiscono) sulla palla quando essa si trova nel canale privo di attriti nel punto q?

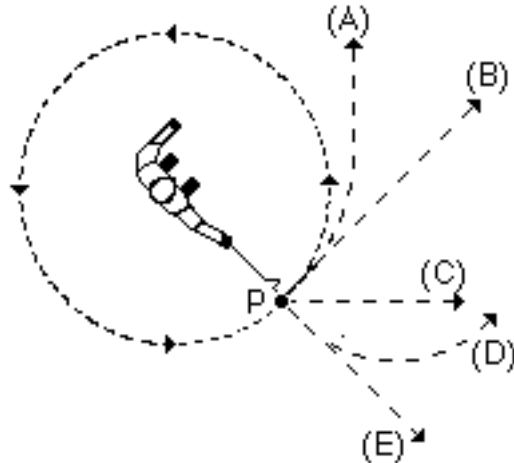
- (A) Solo la 1.
- (B) La 1. e la 2.
- (C) La 1. e la 3.
- (D) La 1., la 2. e la 3.
- (E) La 1., la 3. e la 4.

6. Quale dei percorsi rappresentati in figura seguirebbe la palla dopo essere uscita dal canale nel punto r per muoversi lungo la superficie priva di attriti del tavolo?



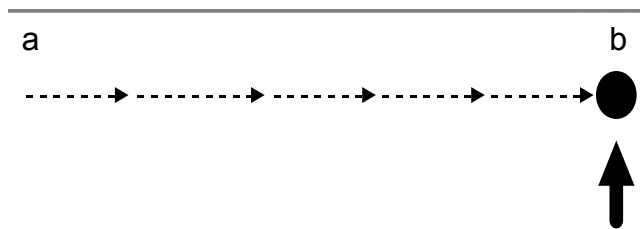
7. Una palla di acciaio è attaccata ad una corda che viene fatta ruotare secondo una traiettoria circolare, come illustrato in figura.

Nel punto P la corda improvvisamente si rompe in prossimità della palla. Se questo evento viene osservato direttamente dall'alto, come in figura, a quale traiettoria si avvicina di più il percorso seguito dalla palla dopo che la corda si è rotta?

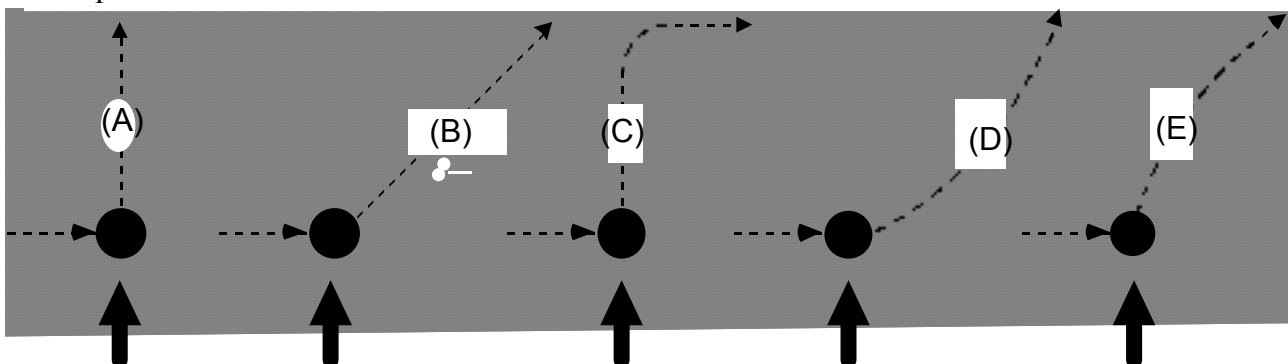


USA IL COMMENTO E LA FIGURA SOTTO RIPORTATA PER RISPONDERE ALLE PROSSIME QUATTRO DOMANDE (dalla 8 alla 11).

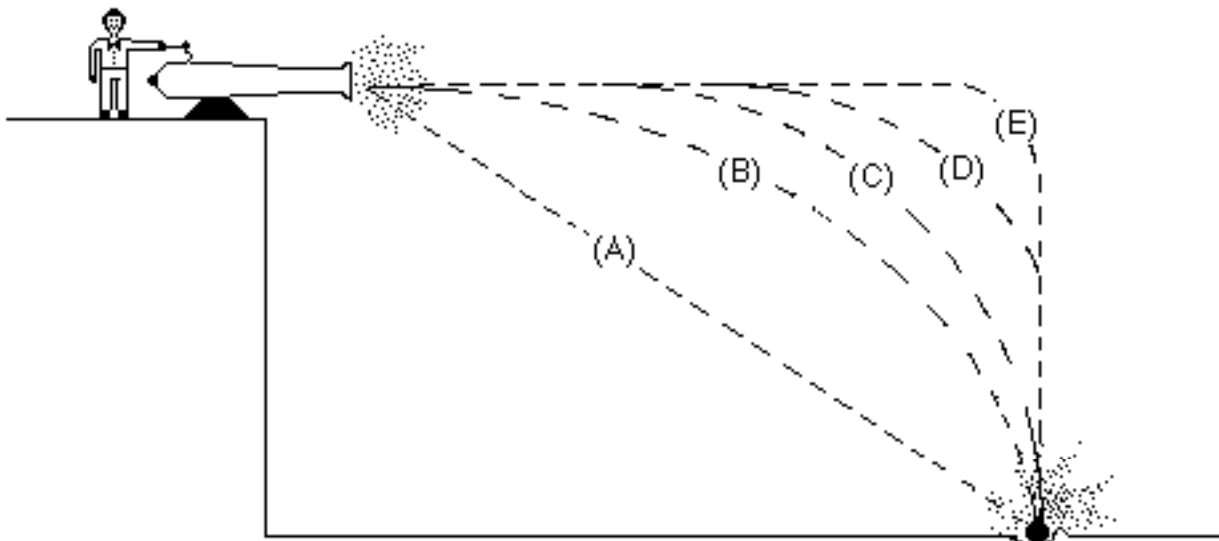
La figura mostra un dischetto da hockey che scivola su una superficie priva di attriti a velocità costante v_0 seguendo una linea retta dal punto "a" al punto "b". Le forze esercitate dall'aria sono trascurabili. Stai guardando il disco dall'alto. Quando esso raggiunge il punto "b" riceve un calcio orizzontale nella direzione indicata dalla freccia stampata in grande. Se il disco fosse stato a riposo nel punto "b", allora il calcio lo avrebbe messo in moto orizzontale con velocità v_k nella direzione del calcio.



8. A quale delle seguenti traiettorie si avvicina maggiormente il percorso seguito dal dischetto dopo aver ricevuto il calcio?



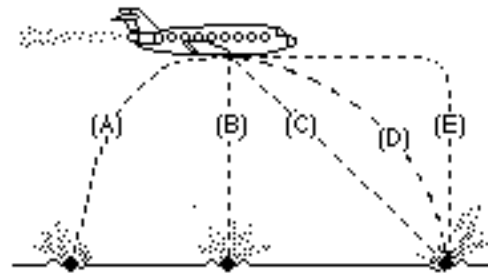
9. La velocità del disco subito dopo aver ricevuto il calcio è:
- (A) uguale alla velocità " v_0 " che il disco aveva subito prima aver ricevuto il calcio.
 - (B) uguale alla velocità " v_k " dovuta al calcio e indipendente dalla velocità " v_0 ".
 - (C) uguale alla somma aritmetica delle velocità " v_0 " e " v_k ".
 - (D) più piccola di ciascuna velocità " v_0 " o " v_k ".
 - (E) più grande di ciascuna velocità " v_0 " o " v_k ", ma più piccola della somma aritmetica di queste due velocità.
10. Lungo il percorso privo di attrito che hai scelto nella domanda 8, la velocità del disco dopo aver ricevuto il calcio:
- (A) è costante.
 - (B) cresce continuamente.
 - (C) decresce continuamente.
 - (D) cresce per un po', dopodichè decresce.
 - (E) è costante per un po', dopodichè decresce.
11. Lungo il percorso privo di attrito che hai scelto nella domanda 8, la (le) forza (forze) principale(i) che agisce (agiscono) sul disco dopo che esso ha ricevuto il calcio è (sono):
- (A) una forza di gravità verso il basso.
 - (B) una forza di gravità verso il basso, e una forza orizzontale nella direzione del moto.
 - (C) una forza di gravità verso il basso, una forza verso l'alto esercitata dalla superficie, e una forza orizzontale nella direzione del moto.
 - (D) una forza di gravità verso il basso e una forza verso l'alto esercitata dalla superficie.
 - (E) nessuna (nessuna forza agisce sul disco).
12. Una palla viene sparata da un cannone situato su di una altura, come mostrato nella figura sottostante. A quale delle traiettorie si avvicina maggiormente il percorso seguito dalla palla?



13. Un ragazzo lancia una palla di acciaio in verticale verso l'alto. Considera il moto della palla solo dopo che questa ha lasciato la mano del ragazzo ma prima comunque che tocchi il suolo, e assumi che le forze esercitate dall'aria siano trascurabili. In queste condizioni, la (le) forza (forze) agente (agenti) sulla palla (è) sono:
- (A) una forza di gravità verso il basso e una forza verso l'alto che decresce regolarmente.
 - (B) una forza verso l'alto che decresce regolarmente dal momento in cui essa lascia la mano del ragazzo e fino a quando raggiunge il punto più alto; nel tratto di discesa c'è una forza di gravità verso il basso che aumenta regolarmente mano a mano che l'oggetto si avvicina alla Terra.
 - (C) una forza di gravità verso il basso praticamente costante insieme con una forza verso l'alto che decresce fino a che la palla raggiunge il punto più alto; nel tratto di discesa c'è solo una forza di gravità costante verso il basso.
 - (D) una forza di gravità verso il basso praticamente costante.
 - (E) nessuna delle precedenti. La palla ricade verso il suolo per la sua tendenza naturale di giacere sulla superficie della Terra.

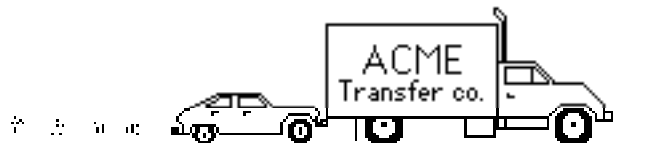
14. Una palla da bowling casca accidentalmente fuori dal deposito bagagli di un aereo mentre esso vola in direzione orizzontale.

A quale delle seguenti traiettorie si avvicina maggiormente il percorso seguito dalla palla da bowling, visto da una persona ferma a terra?

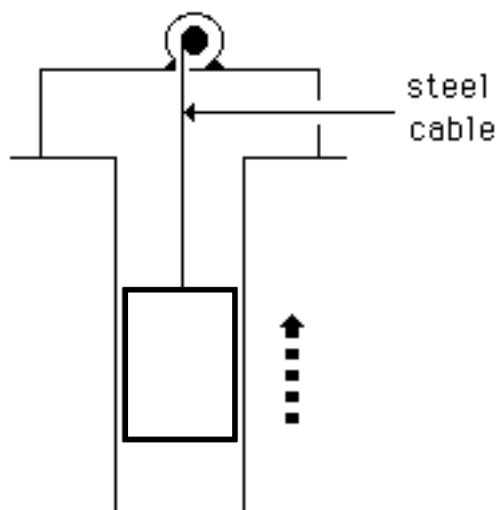


USA IL COMMENTO E LA FIGURA SOTTOSTANTI PER RISPONDERE ALLE SUCCESSIVE DUE DOMANDE (15 e 16).

Un grande camion si rompe sulla strada e riceve una spinta fino in città da parte di una piccola auto, come mostrato nella figura sottostante.



15. Mentre l'auto, che sta sempre spingendo il camion, accelera per portarsi alla velocità di crociera:
- (A) la quantità di forza con cui l'auto spinge in avanti il camion è uguale a quella con cui il camion spinge all'indietro l'auto.
 - (B) la quantità di forza con cui l'auto spinge in avanti il camion è minore di quella con cui il camion spinge all'indietro l'auto.
 - (C) la quantità di forza con cui l'auto spinge in avanti il camion è maggiore di quella con cui il camion spinge all'indietro l'auto.
 - (D) il motore dell'auto sta girando così l'auto spinge il camion, ma il motore del camion non sta girando così il camion non può spingere l'auto all'indietro. Il camion è spinto in avanti semplicemente perché si trova davanti all'auto.
 - (E) né l'auto né il camion esercitano una forza l'uno sull'altro. Il camion è spinto in avanti semplicemente perché si trova davanti all'auto
16. Dopo che l'auto raggiunge la velocità costante di crociera con cui il guidatore vuole spingere il camion:
- (A) la quantità di forza con cui l'auto spinge in avanti il camion è uguale a quella con cui il camion spinge all'indietro l'auto.
 - (B) la quantità di forza con cui l'auto spinge in avanti il camion è minore di quella con cui il camion spinge all'indietro l'auto.
 - (C) la quantità di forza con cui l'auto spinge in avanti il camion è maggiore di quella con cui il camion spinge all'indietro l'auto.
 - (D) il motore dell'auto sta girando così l'auto spinge il camion, ma il motore del camion non sta girando così il camion non può spingere l'auto all'indietro. Il camion è spinto in avanti semplicemente perché si trova davanti all'auto.
 - (E) né l'auto né il camion esercitano una forza l'uno sull'altro. Il camion è spinto in avanti semplicemente perché si trova davanti all'auto.
17. Un'ascensore (vedi pagina seguente) viene sollevato lungo il vano ascensore a velocità costante da un cavo d'acciaio, come mostrato nella figura sottostante. Tutti gli attriti sono trascurabili. In questa situazione, le forze sull'ascensore sono tali che:
- (A) la forza verso l'alto esercitata dal cavo è maggiore della forza di gravità verso il basso.
 - (B) la forza verso l'alto esercitata dal cavo è uguale alla forza di gravità verso il basso.
 - (C) la forza verso l'alto esercitata dal cavo è minore della forza di gravità verso il basso.
 - (D) la forza verso l'alto esercitata dal cavo è maggiore della somma della forza di gravità verso il basso e di una forza verso il basso dovuta all'aria.
 - (E) nessuna delle precedenti. (L'ascensore sale perché il cavo viene accorciato, e non perché una forza verso l'alto viene esercitata dal cavo sull'ascensore)..



L'ascensore sta salendo a velocità costante.

18. La figura sottostante mostra un ragazzo che oscilla con una fune, partendo da un punto più in alto di A.

Considera le seguenti, diverse, forze:

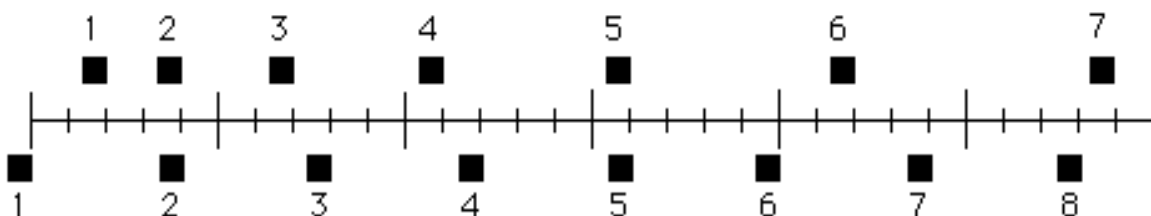
1. Una forza di gravità verso il basso.
2. Una forza esercitata dalla fune da A verso O.
3. Una forza nella direzione di moto del ragazzo
4. Una forza che punta da O verso A.

Quale (quali) delle succitate forze agisce (agiscono) sul ragazzo quando egli si trova nella posizione A?

- (A) solo la 1.
 (B) la 1. e la 2.
 (C) la 1. e la 3.
 (D) la 1., la 2. e la 3.
 (E) la 1., la 3. e la 4.



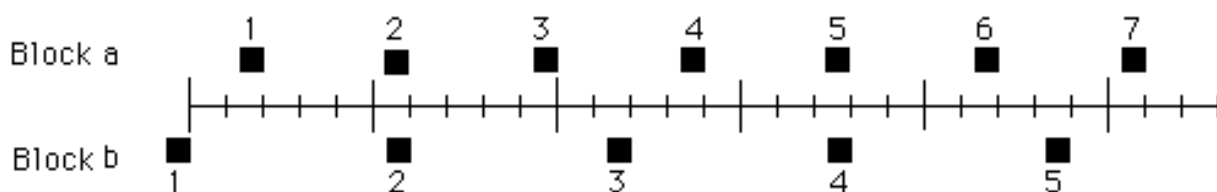
19. Nella figura sottostante, le posizioni di due blocchi ad intervalli di tempo successivi di 0.20 secondi ciascuno sono rappresentate dai quadratini numerati. I due blocchi si stanno muovendo verso destra..



C'è un momento in cui i due blocchi hanno la stessa velocità?

- (A) No.
- (B) Sì, all'istante 2.
- (C) Sì, all'istante 5.
- (D) Sì, negli istanti 2 e 5.
- (E) Sì, ad un certo istante durante l'intervallo da 3 a 4.

20. Nella figura sottostante, le posizioni di due blocchi ad intervalli di tempo successivi di 0.20 secondi ciascuno sono rappresentate dai quadratini numerati. I due blocchi si stanno muovendo verso destra.

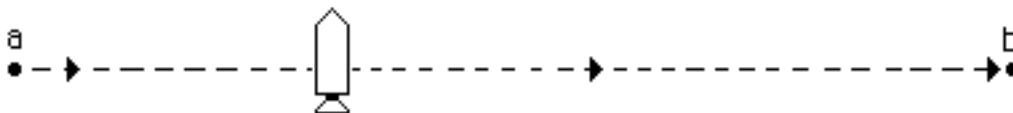


Le accelerazioni dei due blocchi sono collegate come segue:

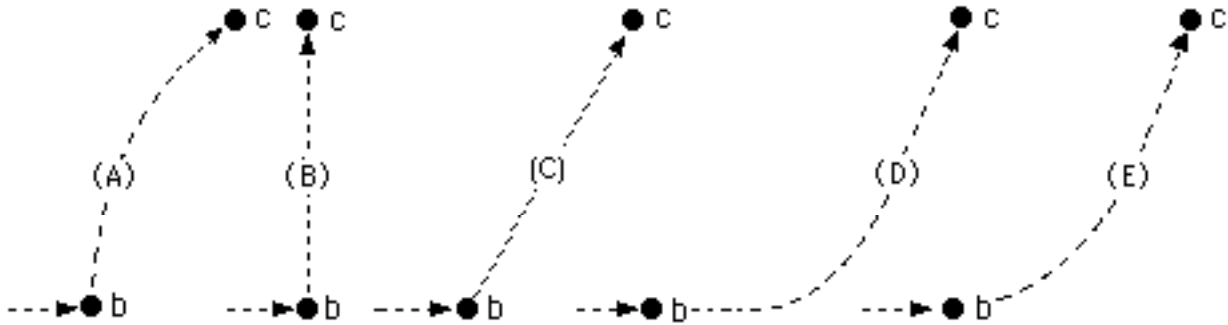
- (A) L'accelerazione di "a" è maggiore dell'accelerazione di "b"..
- (B) L'accelerazione di "a" è uguale all'accelerazione di "b". Entrambe le accelerazioni sono maggiori di zero.
- (C) L'accelerazione di "b" è maggiore dell'accelerazione di "a".
- (D) L'accelerazione di "a" è uguale all'accelerazione di "b". Entrambe le accelerazioni sono nulle.
- (E) Non vengono date abbastanza informazioni per poter rispondere alla domanda.

USA IL COMMENTO E LA FIGURA SOTTOSTANTI PER RISPONDERE ALLE SUCCESSIVE QUATTRO DOMANDE (dalla 21 alla 24).

Un razzo va alla deriva lateralmente nello spazio esterno da un punto "a" ad un punto "b" come mostrato sotto. Il razzo non è soggetto ad alcuna forza esterna. A cominciare dalla posizione "b" il motore del razzo viene acceso e questo produce una spinta costante (una forza sul razzo), ad angolo retto rispetto alla linea "ab". La spinta costante è mantenuta finché il razzo raggiunge un punto "c" nello spazio.



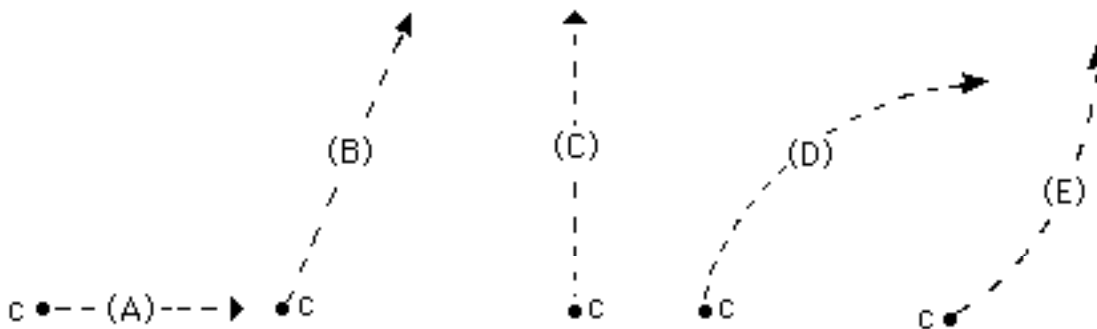
21. Quale delle traiettorie rappresenta meglio il percorso seguito dal razzo tra i punti "b" e "c"?



22. Mentre il razzo si muove dalla posizione "b" alla posizione "c" la sua velocità è:

- (A) costante.
- (B) regolarmente crescente.
- (C) regolarmente decrescente.
- (D) crescente per un po' dopodiché è costante.
- (E) costante per un po' dopodiché è decrescente.

23. Nel punto "c" il motore del razzo viene spento e la spinta scende immediatamente a zero. Quale dei cammini sottostanti verrà seguito dal razzo dopo il punto "c"?

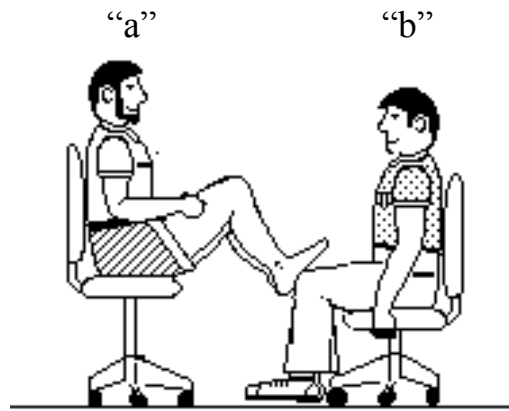


24. Dopo il punto "c" la velocità del razzo è:

- (A) costante.
- (B) regolarmente crescente.
- (C) regolarmente decrescente.
- (D) crescente per un po', dopodiché è costante.
- (E) costante per un po', dopodiché è decrescente.

25. Una donna esercita una forza orizzontale costante su uno scatolone. Di conseguenza, lo scatolone si muove lungo una superficie orizzontale a velocità costante " v_0 ".
- La forza orizzontale costante applicata dalla donna:
- (A) ha la stessa intensità del peso dello scatolone.
 - (B) è maggiore del peso dello scatolone.
 - (C) ha la stessa intensità della forza risultante che si oppone al moto dello scatolone.
 - (D) è maggiore della forza risultante che si oppone al moto dello scatolone.
 - (E) è maggiore o del peso dello scatolone o della forza risultante che si oppone al suo moto.
26. Se la donna del problema precedente raddoppia la forza orizzontale e costante che esercita sullo scatolone per poterlo spingere sullo stesso pavimento orizzontale, lo scatolone si muove:
- (A) con una velocità costante che è il doppio della velocità " v_0 " del problema precedente.
 - (B) con una velocità costante che è maggiore della velocità " v_0 " del problema precedente, ma non ne è necessariamente il doppio.
 - (C) per un po' con una velocità che è costante e maggiore della velocità " v_0 " del problema precedente, dopodiché con una velocità che cresce.
 - (D) per un po' con una velocità crescente, poi con una velocità costante da quel momento in poi.
 - (E) con una velocità che continua ad aumentare.
27. Se la donna dell'esercizio 25 smette improvvisamente di applicare la forza orizzontale allo scatolone, allora lo scatolone:
- (A) si fermerà immediatamente.
 - (B) continuerà a muoversi a velocità costante per un po' e poi rallenterà fino a fermarsi.
 - (C) inizierà immediatamente a rallentare fino a fermarsi.
 - (D) continuerà a velocità costante.
 - (E) aumenterà la sua velocità per un po' e poi inizierà a rallentare fino a fermarsi.

28. Nella figura sulla destra, lo studente "a" ha una massa di 95 kg e lo studente "b" ha una massa di 77 kg. Essi siedono uno di fronte all'altro in sedie identiche. Lo studente "a" posa i suoi piedi sulle ginocchia dello studente "b", come mostrato. Ad un certo punto lo studente "a" spinge i suoi piedi verso l'esterno, causando il moto di entrambe le sedie. Durante la spinta e mentre i due studenti ancora si toccano:



- (A) nessuno dei due studenti esercita una forza sull'altro.
- (B) lo studente "a" esercita una forza sullo studente "b", ma "b" non esercita alcuna forza sullo studente "a".
- (C) ciascuno studente esercita una forza sull'altro, ma "b" esercita la forza maggiore.
- (D) ciascuno studente esercita una forza sull'altro, ma "a" esercita la forza maggiore.
- (E) ciascuno studente esercita la stessa quantità di forza sull'altro.

29. Una sedia vuota è ferma sul pavimento. Considera le forze seguenti:

1. Una forza di gravità verso il basso.
2. Una forza verso l'alto esercitata dal pavimento.
3. Una forza netta verso il basso esercitata dall'aria.

Quale (quali) di queste forze sta (stanno) agendo sulla sedia?

- (A) solo la 1.
- (B) la 1. e la 2.
- (C) la 2. e la 3.
- (D) la 1., la 2. e la 3.
- (E) nessuna (poiché la sedia è ferma non ci sono forze che agiscono su di essa.)

30. Nonostante un vento molto forte, una tennista riesce a colpire la pallina con la sua racchetta in modo che passi sopra la rete e rimbalzi nel campo della sua avversaria.

Considera le seguenti forze:

1. Una forza di gravità verso il basso.
2. Una forza dovuta al "colpo"
3. Una forza esercitata dall'aria.

Quale (quali) di queste forze agisce (agiscono) sulla pallina da tennis dopo che essa ha perso il contatto con la racchetta e prima che essa tocchi terra?

- (A) solo la 1.
- (B) la 1. e la 2.
- (C) la 1. e la 3.
- (D) la 2. e la 3.
- (E) la 1., la 2. e la 3.