

Cuestionario Sobre el Concepto de Fuerza

Force Concept Inventory

Originally published in *The Physics Teacher*, March 1992

by

David Hestenes, Malcolm Wells, and Gregg Swackhamer

Revised August 1995

by

Ibrahim Halloun, Richard Hake, and Eugene Mosca

Translated to Spanish

by

Enrique Macia-Barber & M^a Victoria Hernandez

Instituto de Estudios Interdisciplinarios

Spain

Jose Menendez

Arizona State University

USA

Force Concept Inventory

The *Force Concept Inventory* (FCI) is a multiple-choice “test” designed to assess student understanding of the *most basic* concepts in Newtonian mechanics. The FCI can be used for several different purposes, but the most important one is to evaluate the effectiveness of instruction. For a full understanding of what has gone into the development of this instrument and of how it can be used, the FCI papers^{1,2} should be consulted, as well as: (a) the papers on the Mechanics Diagnostic Test^{3,4}, the FCI predecessor, (b) the paper on the Mechanics Baseline Test⁵ which is recommended as an FCI companion test for assessing quantitative problem solving skills, and (c) Richard Hake’s⁶ data collection on university and high school physics taught by many different teachers and methods across the USA.

References

1. David Hestenes, Malcolm Wells, & Gregg Swackhamer (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, **30** (3), 141-151.
2. David Hestenes & Ibrahim Halloun (1995). Interpreting the Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, **33** (8), 502, 504–506.
3. Ibrahim Halloun & David Hestenes (1985). The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, **53** (11), 1043-1055.
4. Ibrahim Halloun & David Hestenes (1985). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, **53** (11), 1056-1065.
5. David Hestenes & Malcolm Wells (1992). A Mechanics Baseline Test. *The Physics Teacher*, **30** (3), 159-166.
6. Richard Hake (1994, August). Survey of Test Data for Introductory Mechanics Courses. *AAPT Announcer*, **24** (2), 55.

Cuestionario Sobre el Concepto de Fuerza

Por favor:

No escriba nada en este cuestionario.

Marque sus respuestas en la hoja para computadora ParSCORE.

Marque sólo una respuesta por pregunta.

No deje ninguna pregunta sin contestar.

Evite adivinar. Sus respuestas deben reflejar lo que usted personalmente piensa.

En la hoja para computadora ParSCORE:

Use sólo un lápiz No. 2, y siga las instrucciones para marcar sus respuestas.

Escriba su número de identificación (ID), que es el número que le da su escuela o su profesor.

Marque "A" en el espacio "Test Form".

Escriba el "Exam No." que le da su profesor.

Calcule terminar este cuestionario en 30 minutos.

Gracias por su colaboración.

1. Dos bolas de metal tienen el mismo tamaño, pero una pesa el doble que la otra. Se dejan caer estas bolas desde el techo de un edificio de un solo piso en el mismo instante de tiempo. El tiempo que tardan las bolas en llegar al suelo es:
 - (A) aproximadamente la mitad para la bola más pesada que para la bola más liviana.
 - (B) aproximadamente la mitad para la bola más liviana que para la bola más pesada.
 - (C) aproximadamente el mismo para ambas bolas.
 - (D) considerablemente menor para la bola más pesada, pero no necesariamente la mitad.
 - (E) considerablemente menor para la bola más liviana, pero no necesariamente la mitad.

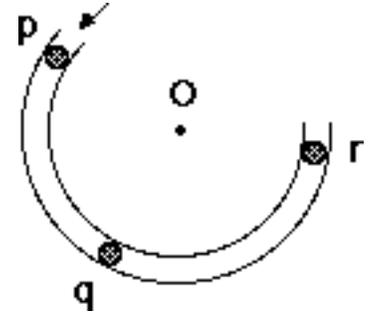
2. Las dos bolas de metal del problema anterior ruedan sobre una mesa horizontal con la misma velocidad y caen al suelo al llegar al borde de la mesa. En esta situación:
 - (A) ambas bolas golpean el suelo aproximadamente a la misma distancia horizontal de la base de la mesa.
 - (B) la bola más pesada golpea el suelo aproximadamente a la mitad de la distancia horizontal de la base de la mesa que la bola más liviana.
 - (C) la bola más liviana golpea el suelo aproximadamente a la mitad de la distancia horizontal de la base de la mesa que la bola más pesada.
 - (D) la bola más pesada golpea el suelo considerablemente más cerca de la base de la mesa que la bola más liviana, pero no necesariamente a la mitad de la distancia horizontal.
 - (E) la bola más liviana golpea el suelo considerablemente más cerca de la base de la mesa que la bola más pesada, pero no necesariamente a la mitad de la distancia horizontal.

3. Una piedra que se deja caer desde el techo de un edificio de un solo piso hasta la superficie de la tierra:
 - (A) alcanza un máximo de velocidad muy pronto después de ser soltada y desde entonces cae con una velocidad constante.
 - (B) aumenta su velocidad mientras cae porque la atracción gravitatoria se hace considerablemente mayor cuanto más se acerca la piedra a la tierra.
 - (C) aumenta su velocidad porque una fuerza de gravedad casi constante actúa sobre ella.
 - (D) cae debido a la tendencia natural de todos los objetos a descansar sobre la superficie de la tierra.
 - (E) cae debido a los efectos combinados de la fuerza de la gravedad, empujándola hacia abajo, y la fuerza del aire, también empujándola hacia abajo.

4. Un camión grande choca frontalmente con un pequeño automóvil. Durante la colisión:
 - (A) la intensidad de la fuerza que el camión ejerce sobre el automóvil es mayor que la de la fuerza que el auto ejerce sobre el camión.
 - (B) la intensidad de la fuerza que el automóvil ejerce sobre el camión es mayor que la de la fuerza que el camión ejerce sobre el auto.
 - (C) ninguno ejerce una fuerza sobre el otro, el auto es aplastado simplemente porque se interpone en el camino del camión.
 - (D) el camión ejerce una fuerza sobre el automóvil pero el auto no ejerce ninguna fuerza sobre el camión.
 - (E) el camión ejerce una fuerza de la misma intensidad sobre el auto que la que el auto ejerce sobre el camión.

USE LA DESCRIPCIÓN Y LA FIGURA ADJUNTAS PARA CONTESTAR LAS DOS PREGUNTAS SIGUIENTES (5 y 6).

La figura adjunta muestra un canal sin fricción en forma de segmento circular con centro en "O". El canal se halla anclado sobre la superficie horizontal de una mesa sin rozamiento. Usted está mirando la mesa desde arriba. Las fuerzas ejercidas por el aire son despreciables. Una bola es disparada a gran velocidad hacia el interior del canal por "p" y sale por "r".



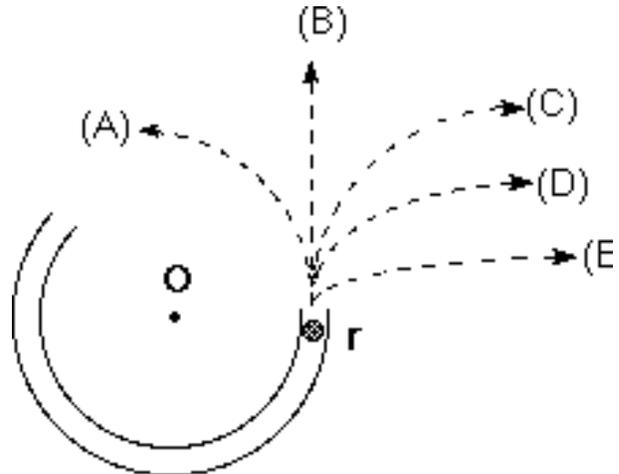
5. Considérense las diferentes fuerzas siguientes:

1. Una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
2. Una fuerza ejercida por el canal y dirigida de q hacia O.
3. Una fuerza en la dirección del movimiento.
4. Una fuerza en la dirección de O hacia q.

¿Cuál(es) de dichas fuerzas actúa(n) sobre la bola cuando ésta se halla dentro del canal sin fricción en la posición "q"?

- (A) sólo la 1.
 (B) 1 y 2.
 (C) 1 y 3.
 (D) 1, 2 y 3.
 (E) 1, 3 y 4.

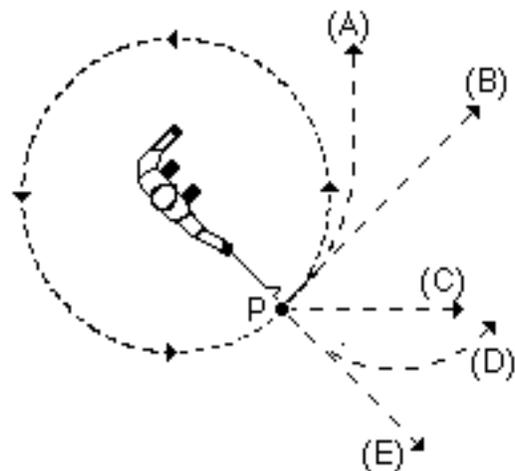
6. ¿Cuál de los caminos indicados en la figura de la derecha seguirá de forma más aproximada la bola después de salir del canal por "r" si continúa moviéndose sin rozamiento sobre la superficie de la mesa?



7. Una bola de acero está atada a una cuerda y sigue una trayectoria circular en un plano horizontal como se muestra en la figura adjunta.

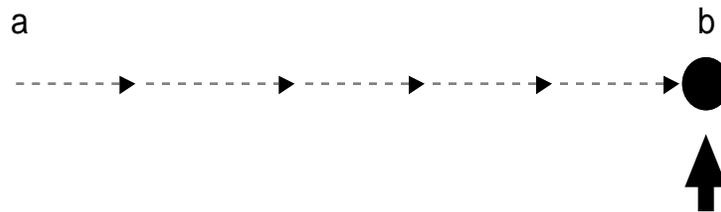
En el punto P indicado en la figura, la cuerda se rompe de repente en un punto muy cercano a la bola.

Si estos hechos se observan directamente desde arriba, como se indica en la figura, ¿qué camino seguirá de forma más aproximada la bola tras la ruptura de la cuerda?

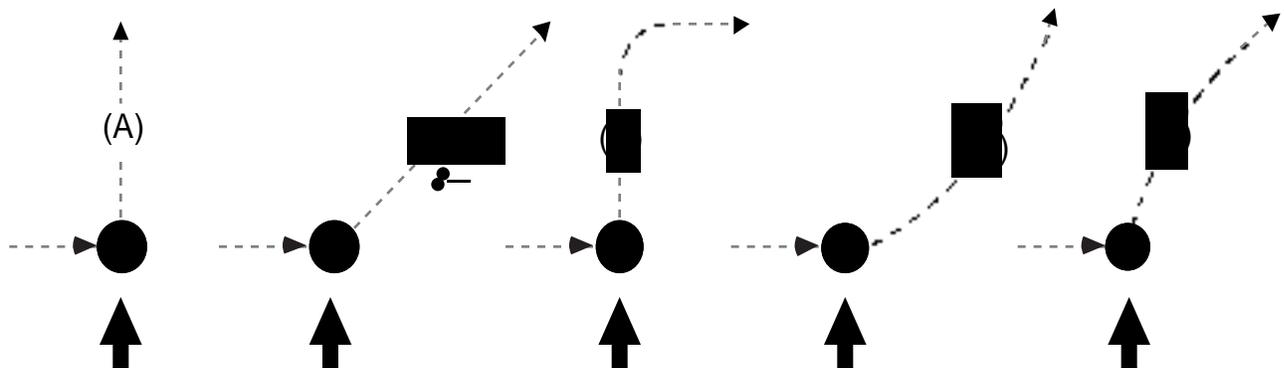


USE LA DESCRIPCIÓN Y LA FIGURA ADJUNTAS PARA CONTESTAR LAS CUATRO PREGUNTAS SIGUIENTES (8 a 11).

La figura muestra un disco de hockey desplazándose con velocidad constante v_o en línea recta desde el punto "a" al punto "b" sobre una superficie horizontal sin fricción. Las fuerzas ejercidas por el aire son despreciables. Usted está mirando el disco desde arriba. Cuando el disco llega al punto "b", recibe un repentino golpe horizontal en la dirección de la flecha gruesa. Si el disco hubiera estado en reposo en el punto "b", el golpe habría puesto el disco en movimiento horizontal con una velocidad v_k en la dirección del golpe.



8. ¿Cuál de los caminos siguientes seguirá de forma más aproximada el disco después de recibir el golpe?



9. La velocidad del disco inmediatamente después de recibir el golpe es:

- (A) igual a la velocidad " v_o " que tenía antes de recibir el golpe.
- (B) igual a la velocidad " v_k " resultante del golpe e independiente de la velocidad " v_o ".
- (C) igual a la suma aritmética de las velocidades " v_o " y " v_k ".
- (D) menor que cualquiera de las velocidades " v_o " o " v_k ".
- (E) mayor que cualquiera de las velocidades " v_o " o " v_k ", pero menor que la suma aritmética de estas dos velocidades.

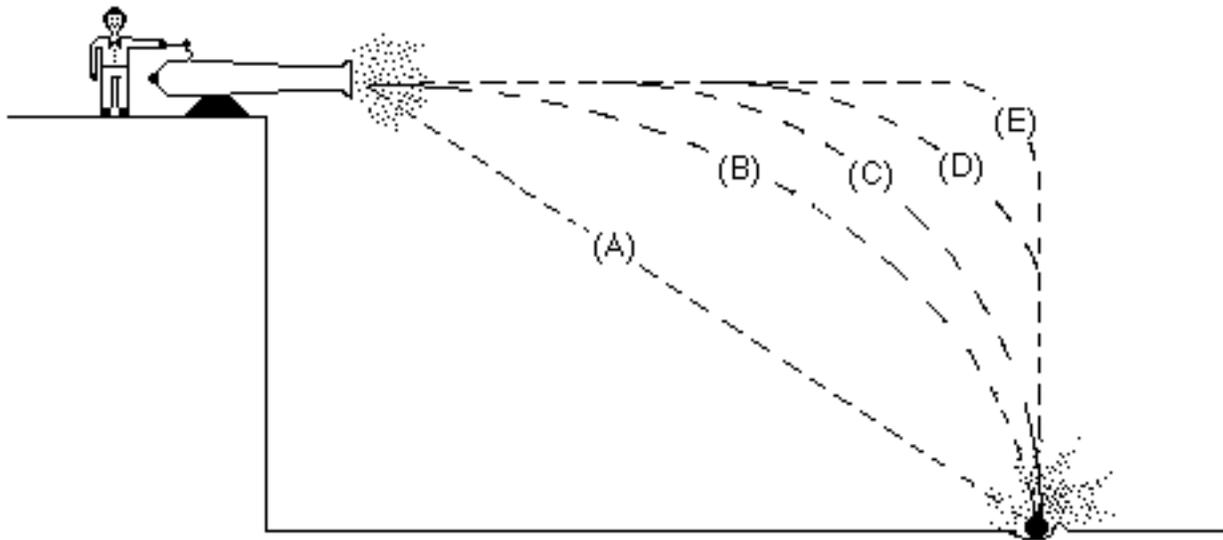
10. A lo largo del camino sin fricción que usted ha elegido en la pregunta 8, la velocidad del disco después de recibir el golpe:

- (A) es constante.
- (B) aumenta continuamente.
- (C) disminuye continuamente.
- (D) aumenta durante un rato y después disminuye.
- (E) es constante durante un rato y después disminuye.

11. A lo largo del camino sin fricción que usted ha elegido en la pregunta 8, la(s) principal(es) fuerza(s) que actúa(n) sobre el disco después de recibir el golpe es (son):

- (A) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
- (B) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad y una fuerza horizontal en la dirección del movimiento.
- (C) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad, una fuerza hacia arriba ejercida por la superficie y una fuerza horizontal en la dirección del movimiento.
- (D) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad y una fuerza hacia arriba ejercida por la superficie.
- (E) ninguna. (No actúa ninguna fuerza sobre el disco).

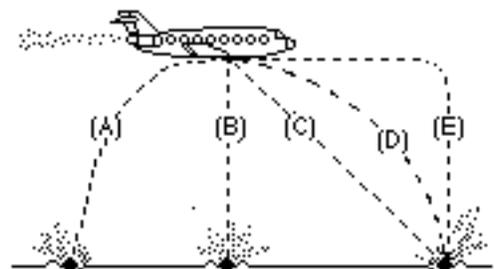
12. Con un cañón se dispara una bola desde el filo de un barranco como se muestra en la figura adjunta. ¿Cuál de los caminos seguirá de forma más aproximada dicha bola?



13. Un chico lanza hacia arriba una bola de acero. Considere el movimiento de la bola durante el intervalo comprendido entre el momento en que ésta deja de estar en contacto con la mano del chico hasta un instante anterior al impacto con el suelo. Suponga que las fuerzas ejercidas por el aire son despreciables. En estas condiciones, la(s) fuerza(s) que actúa(n) sobre la bola es (son):
- (A) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad junto con una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente.
 - (B) una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente desde el momento en que la bola abandona la mano del chico hasta que alcanza su punto más alto; en el camino de descenso hay una fuerza hacia abajo debida a la gravedad que aumenta continuamente a medida que el objeto se acerca progresivamente a la tierra.
 - (C) una fuerza hacia abajo prácticamente constante debida a la gravedad junto con una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente hasta que la bola alcanza su punto más alto; en el camino de descenso sólo hay una fuerza constante hacia abajo debida a la gravedad.
 - (D) sólo una fuerza hacia abajo, prácticamente constante, debida a la gravedad.
 - (E) ninguna de las anteriores. La bola cae al suelo por su tendencia natural a descansar sobre la superficie de la tierra.

14. Una bola se escapa accidentalmente de la bodega de carga de un avión que vuela en una dirección horizontal.

Tal como lo observaría una persona de pie sobre el suelo que ve el avión como se muestra en la figura de la derecha, ¿qué camino seguiría de forma más aproximada dicha bola tras caer del avión?



USE LA DESCRIPCIÓN Y LA FIGURA ADJUNTAS PARA CONTESTAR LAS DOS PREGUNTAS SIGUIENTES (15 y 16).

Un camión grande se avería en la carretera y un pequeño automóvil lo empuja de regreso a la ciudad tal como se muestra en la figura adjunta.



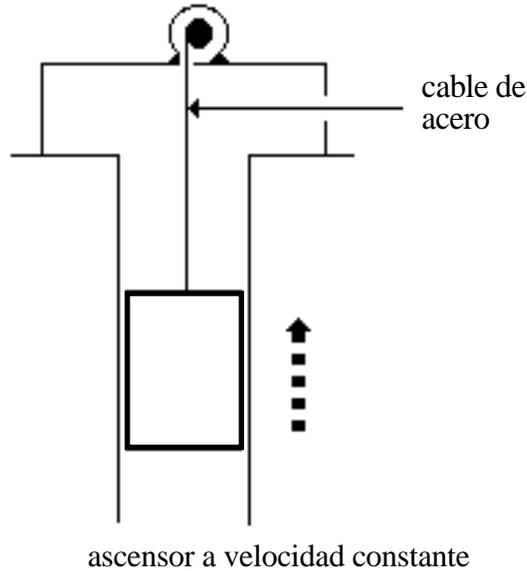
15. Mientras el automóvil que empuja al camión acelera para alcanzar la velocidad de marcha:

- (A) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es igual a la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
- (B) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es menor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
- (C) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es mayor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
- (D) dado que el motor del automóvil está en marcha, éste puede empujar al camión, pero el motor del camión no está funcionando, de modo que el camión no puede empujar al auto. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.
- (E) ni el camión ni el automóvil ejercen fuerza alguna sobre el otro. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.

16. Después de que el automóvil alcanza la velocidad constante de marcha a la que el conductor quiere empujar el camión:

- (A) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es igual a la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
- (B) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es menor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
- (C) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es mayor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
- (D) dado que el motor del automóvil está en marcha, éste puede empujar al camión, pero el motor del camión no está funcionando, de modo que el camión no puede empujar al auto. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.
- (E) ni el camión ni el automóvil ejercen fuerza alguna sobre el otro. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.

17. Un ascensor sube por su hueco a velocidad constante por medio de un cable de acero tal como se muestra en la figura adjunta. Todos los efectos debidos a la fricción son despreciables. En esta situación, las fuerzas que actúan sobre el ascensor son tales que:



- (A) la fuerza hacia arriba ejercida por el cable es mayor que la fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
- (B) la fuerza hacia arriba ejercida por el cable es igual a la fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
- (C) la fuerza hacia arriba ejercida por el cable es menor que la fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
- (D) la fuerza hacia arriba ejercida por el cable es mayor que la suma de la fuerza hacia abajo debida a la gravedad y una fuerza hacia abajo debida al aire.
- (E) ninguna de las anteriores. (El ascensor sube porque el cable se está acortando, no porque el cable ejerza una fuerza hacia arriba sobre el ascensor).

18. La figura adjunta muestra a un chico columpiándose en una cuerda, comenzando en un punto más alto que A. Considérense las siguientes fuerzas:

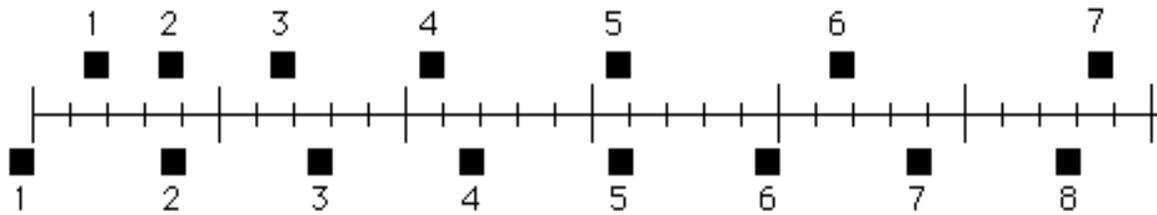
- 1. Una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
- 2. Una fuerza ejercida por la cuerda dirigida de A hacia O.
- 3. Una fuerza en la dirección del movimiento del chico.
- 4. Una fuerza en la dirección de O hacia A.

¿Cuál(es) de dichas fuerzas actúa(n) sobre el chico en la posición A?

- (A) sólo la 1.
- (B) 1 y 2.
- (C) 1 y 3.
- (D) 1, 2 y 3.
- (E) 1, 3 y 4.



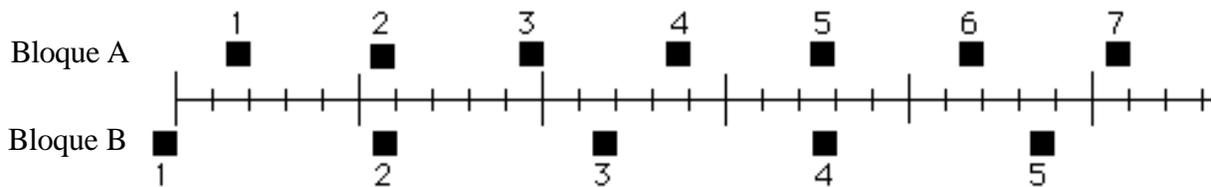
19. Las posiciones de dos bloques en intervalos de tiempo sucesivos de 0.20 segundos se hallan representadas por los cuadrados numerados de la figura adjunta. Los bloques se mueven hacia la derecha.



¿Tienen los bloques en algún momento la misma velocidad?

- (A) no.
 (B) sí, en el instante 2.
 (C) sí, en el instante 5.
 (D) sí, en los instantes 2 y 5.
 (E) sí, en algún momento durante el intervalo de 3 a 4.

20. Las posiciones de dos bloques en intervalos sucesivos de 0.20 segundos se hallan representadas por los cuadrados numerados de la figura adjunta. Los bloques se mueven hacia la derecha.

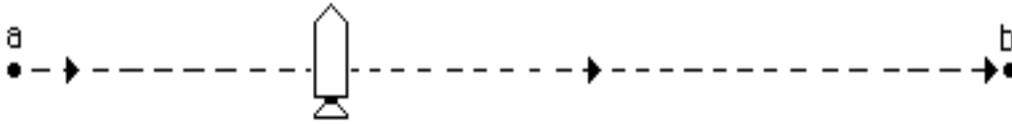


Las aceleraciones de los bloques están relacionadas de la forma siguiente:

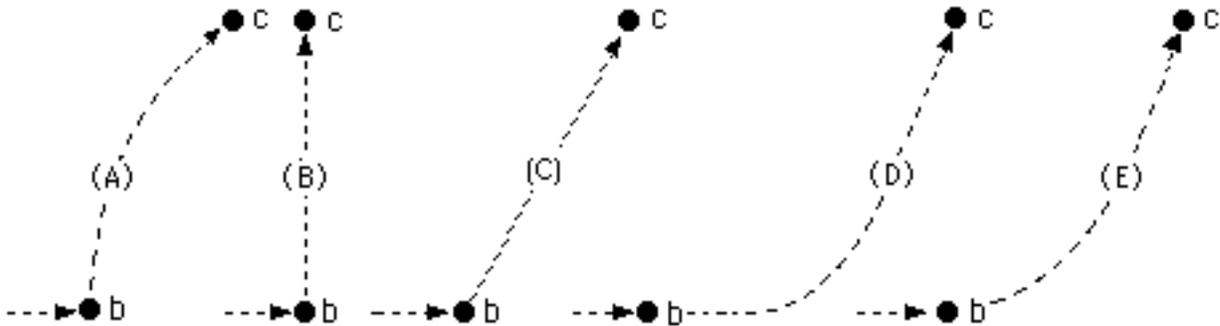
- (A) la aceleración de "a" es mayor que la aceleración de "b".
 (B) la aceleración de "a" es igual a la aceleración de "b". Ambas aceleraciones son mayores que cero.
 (C) la aceleración de "b" es mayor que la aceleración de "a".
 (D) la aceleración de "a" es igual a la aceleración de "b". Ambas aceleraciones son cero.
 (E) no se da suficiente información para contestar la pregunta.

USE LA DESCRIPCIÓN Y LA FIGURA ADJUNTAS PARA CONTESTAR LAS CUATRO PREGUNTAS SIGUIENTES (21 a 24).

Un cohete flota a la deriva en el espacio exterior desde el punto "a" hasta el punto "b", como se muestra en la figura adjunta. El cohete no está sujeto a la acción de ninguna fuerza externa. En la posición "b", el motor del cohete se enciende y produce un empuje constante (fuerza sobre el cohete) en un ángulo recto con respecto a la línea "ab". El empuje constante se mantiene hasta que el cohete alcanza un punto "c" en el espacio.



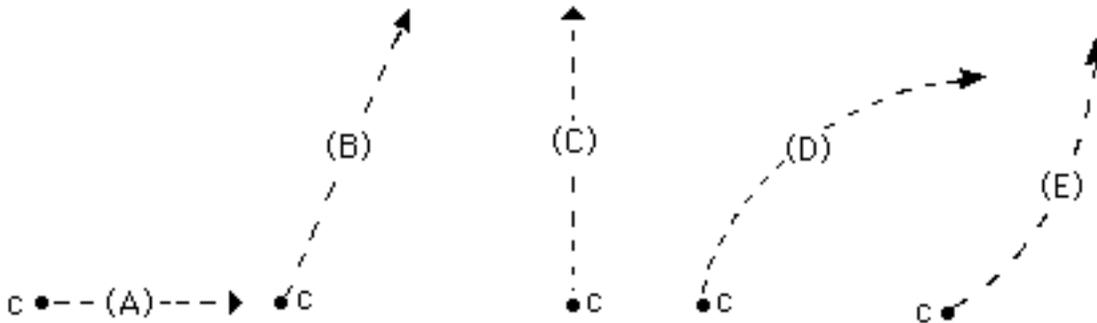
21. ¿Cuál de los siguientes caminos representa mejor la trayectoria del cohete entre los puntos "b" y "c"?



22. Mientras el cohete se mueve desde la posición "b" hasta la posición "c" la magnitud de su velocidad es:

- (A) constante.
- (B) continuamente creciente.
- (C) continuamente decreciente.
- (D) creciente durante un rato y después constante.
- (E) constante durante un rato y después decreciente.

23. En el punto "c" el motor del cohete se para y el empuje se anula inmediatamente. ¿Cuál de los siguientes caminos seguirá el cohete después del punto "c"?



24. A partir de la posición "c" la velocidad del cohete es:

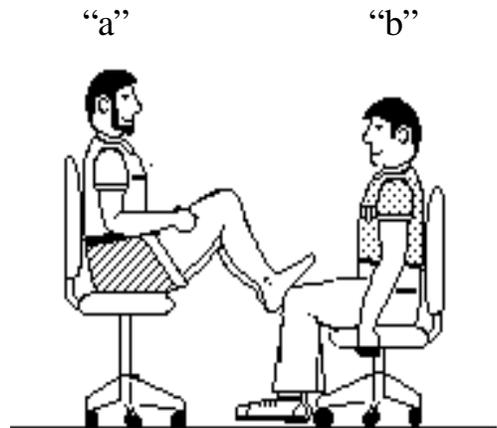
- (A) constante.
- (B) continuamente creciente.
- (C) continuamente decreciente.
- (D) creciente durante un rato y después constante.
- (E) constante durante un rato y después decreciente.

25. Una mujer ejerce una fuerza horizontal constante sobre una caja grande. Como resultado, la caja se mueve sobre un piso horizontal a velocidad constante " v_0 ". La fuerza horizontal constante aplicada por la mujer:
- (A) tiene la misma magnitud que el peso de la caja.
 - (B) es mayor que el peso de la caja.
 - (C) tiene la misma magnitud que la fuerza total que se opone al movimiento de la caja.
 - (D) es mayor que la fuerza total que se opone al movimiento de la caja.
 - (E) es mayor que el peso de la caja y también que la fuerza total que se opone a su movimiento.
26. Si la mujer de la pregunta anterior duplica la fuerza horizontal constante que ejerce sobre la caja para empujarla sobre el mismo piso horizontal, la caja se moverá:
- (A) con una velocidad constante que es el doble de la velocidad " v_0 " de la pregunta anterior.
 - (B) con una velocidad constante que es mayor que la velocidad " v_0 " de la pregunta anterior, pero no necesariamente el doble.
 - (C) con una velocidad que es constante y mayor que la velocidad " v_0 " de la pregunta anterior durante un rato, y después con una velocidad que aumenta progresivamente.
 - (D) con una velocidad creciente durante un rato, y después con una velocidad constante.
 - (E) con una velocidad continuamente creciente.
27. Si la mujer de la pregunta 25 deja de aplicar de repente la fuerza horizontal sobre la caja, ésta:
- (A) se parará inmediatamente.
 - (B) continuará moviéndose a una velocidad constante durante un rato y después frenará hasta pararse.
 - (C) comenzará inmediatamente a frenar hasta pararse.
 - (D) continuará a velocidad constante.
 - (E) aumentará su velocidad durante un rato y después comenzará a frenar hasta pararse.

28. En la figura adjunta, el estudiante "a" tiene una masa de 95 Kg y el estudiante "b" tiene una masa de 77 Kg. Ambos se sientan en idénticas sillas de oficina cara a cara.

El estudiante "a" coloca sus pies descalzos sobre las rodillas del estudiante "b", tal como se muestra. Seguidamente el estudiante "a" empuja súbitamente con sus pies hacia adelante, haciendo que ambas sillas se muevan.

Durante el empuje, mientras los estudiantes están aún en contacto:



- (A) ninguno de los estudiantes ejerce una fuerza sobre el otro.
(B) el estudiante "a" ejerce una fuerza sobre el estudiante "b", pero "b" no ejerce ninguna fuerza sobre "a".
(C) ambos estudiantes ejercen una fuerza sobre el otro, pero "b" ejerce una fuerza mayor.
(D) ambos estudiantes ejercen una fuerza sobre el otro, pero "a" ejerce una fuerza mayor.
(E) ambos estudiantes ejercen la misma cantidad de fuerza sobre el otro.

29. Una silla de oficina vacía está en reposo sobre el suelo. Considérense las siguientes fuerzas:

1. Una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
2. Una fuerza hacia arriba ejercida por el suelo.
3. Una fuerza neta hacia abajo ejercida por el aire.

¿Cuál(es) de estas fuerzas actúa(n) sobre la silla de oficina?

- (A) sólo la 1.
(B) 1 y 2.
(C) 2 y 3.
(D) 1, 2 y 3.
(E) ninguna de las fuerzas. (Puesto que la silla está en reposo no hay ninguna fuerza actuando sobre ella).

30. A pesar de que hace un viento muy fuerte, una tenista consigue golpear una pelota de tenis con su raqueta de modo que la pelota pasa por encima de la red y cae sobre el campo de su oponente. Considérense las siguientes fuerzas:

1. Una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
2. Una fuerza por el "golpe".
3. Una fuerza ejercida por el aire.

¿Cuál(es) de estas fuerzas actúa(n) sobre la pelota después de que ésta deja de estar en contacto con la raqueta y antes de que toque el suelo?

- (A) sólo la 1.
(B) 1 y 2.
(C) 1 y 3.
(D) 2 y 3.
(E) 1, 2 y 3.