Fuerzas y tensiones mecánicas

Capítulo 3

La **mecánica** es la disciplina que describe y estudia las posiciones de los cuerpos y sus variaciones en el tiempo en función de sus interacciones recíprocas. Las variables mecánicas típicas son las posiciones y las velocidades, pero también las formas y deformaciones de los cuerpos, que son posiciones y cambios de posición relativos entre puntos de un cuerpo.
Las acciones *mecánicas* son las que afectan a este tipo de variables, y ellas tienen lugar cuando un cuerpo, por medio de la **aplicación de fuerzas**, empuja, mueve o deforma a otro.
En este capítulo nos dedicaremos a entender las fuerzas que se manifiestan en el ámbito de la vida diaria, al que podríamos llamar el reino de lo macroscópico. En él son evidentes, casi exclusivas, las manifestaciones de dos tipos de fuerzas: las fuerzas de **contacto**, y la fuerza de **gravedad**, en apariencia muy distintas.
También hablaremos de las nociones de *tensión*, o *esfuerzo*, que expresan el valor de la *concentración de fuerza por unidad de superficie*, que en muchas situaciones resulta más importante que el valor de la fuerza en sí misma.

3.1. Ideas básicas sobre las fuerzas

La primera noción básica que dejaremos establecida es que, en nuestro *modelo de las interacciones mecánicas*, la fuerza debe ser un ente de naturaleza *vectorial*, porque es lo que se aplica a un cuerpo para producir desplazamientos, que son vectores. Esto es cierto tanto si hablamos de poner en movimiento como de deformar algo. En ambos casos lo que se logra se expresa con vectores de desplazamiento, y para lograrlo en los dos casos se debe aplicar una fuerza que, por lo tanto, debe gozar de la misma posibilidad de ser orientada en el espacio que los desplazamientos que tiende a producir.

• La fuerza resulta de una interacción

En nuestro modelo es esencial considerar que las fuerzas *no son propiedades de un cuerpo*, sino que son resultado de una interacción entre cuerpos. Excepto el caso especial de la atracción gravitatoria, que analizaremos aparte, la interacción requiere de una *zona de contacto* a través de la cual cada cuerpo aplica fuerza al otro.

Debe estar claro que, dejando de lado la acción de la gravedad, o sea el "peso" del cuerpo, todas las demás fuerzas son de contacto: **no hay fuerza donde no hay contacto**. Será posible identificar todas las fuerzas actuantes sólo si se revisan todos los contactos.

Y esto implica dos cosas muy simples que deberemos respetar:

a) Cuando termina el contacto, deja de aplicarse la fuerza.

Esto significa que un cuerpo no conserva la fuerza que se le aplicó: conserva energía, conserva movimiento, pero no puede conservar fuerza. **Llamamos fuerza a cierta propiedad del contacto no a algo que el cuerpo pueda acumular y conservar.**

Es decir, si impulsamos un cuerpo aplicándole una fuerza $\vec{F}$, y después de que dejamos de empujarlo continúa moviéndose, entendemos que eso es la *inercia*, y no que lo hace porque conserva la fuerza que le hemos aplicado. El cuerpo *conserva el movimiento* que le hemos comunicado aplicándole fuerza. Si se nos pregunta qué fuerza está actuando sobre el cuerpo en ese momento *(después de que dejamos de empujarlo)*, no debemos decir que sigue actuando $\vec{F}$, porque eso significaría que lo seguimos empujando.

b) Un cuerpo no se aplica fuerza a sí mismo. La fuerza sobre un cuerpo sólo puede ser aplicada por otro cuerpo, al cual frecuentemente llamaremos "agente exterior", para destacar este concepto fundamental.

Esto significa que un cuerpo *aislado* no se puede poner en movimiento, ni frenarse, a sí mismo. La física *no admite la posibilidad* de que un cuerpo o ser adquiera movimiento (o se frene), al estilo "Superman", recurriendo a una especie de "fuerza interior". Un automóvil, por caso, sólo puede iniciar su movimiento, o frenarse, *aplicando fuerza al piso*. No podría hacerlo sin contacto con el piso. Insistiremos y reflexionaremos mucho más sobre esto oportunamente.

Efecto de las fuerzas sobre los movimientos

Vamos a plantear cuál es el efecto de una fuerza sobre el movimiento de un cuerpo. Uno de los casos más simples o elementales posibles es: *un cuerpo sobre el que se aplica una única fuerza*.

Para que este planteo no sea mal interpretado, imaginaremos un cuerpo aislado, muy lejos de la influencia gravitatoria de cualquier planeta, y sin contacto con cosa alguna; diremos que está como flotando en la nada (no hay gravedad, no hay piso, no hay aire, no hay rozamiento, etc.).

Así que para este hipotético cuerpo que, según el principio de inercia, mientras no se le apliquen fuerzas mantendrá su reposo o movimiento uniforme en línea recta, podremos decir:

1. Si el cuerpo está en reposo y se le aplica una (única) fuerza, iniciará el movimiento

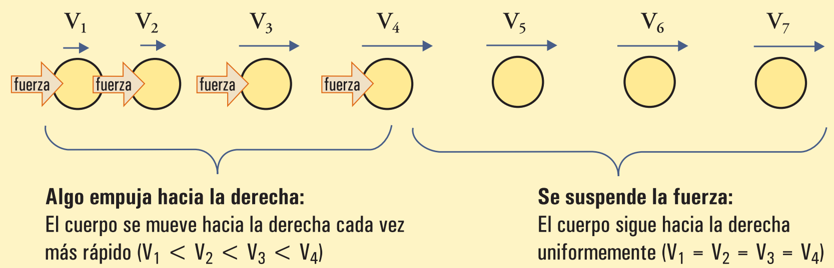


Fig. 3.1. Por acción de un agente externo que no se muestra, una fuerza empuja al cuerpo en el lapso que abarca los cuatro primeros dibujos, haciendo que se inicie el movimiento, y luego que aumente su velocidad. Al suspenderse la fuerza, el movimiento continúa cómo lo establece el principio de inercia.

con la orientación de la fuerza. Si la fuerza se mantiene aplicada con la misma orientación, la velocidad aumentará mientras ello ocurra. Si la fuerza deja de aplicarse, la velocidad dejará de aumentar, *pero no disminuirá*. Para que disminuya se necesita una fuerza que lo frene.

2. Si el cuerpo está en movimiento y se le aplica una fuerza orientada en sentido contrario al movimiento, el efecto será la disminución de la velocidad, pudiendo llegar a detener el cuerpo.

3. Si el cuerpo está en movimiento y se le aplica una fuerza transversal, su efecto será desviar al cuerpo de la línea recta que seguiría naturalmente. La desviación ocurre, por supuesto, en el sentido de la fuerza aplicada, y el cuerpo describe una línea curva mientras dura la aplicación de la fuerza.

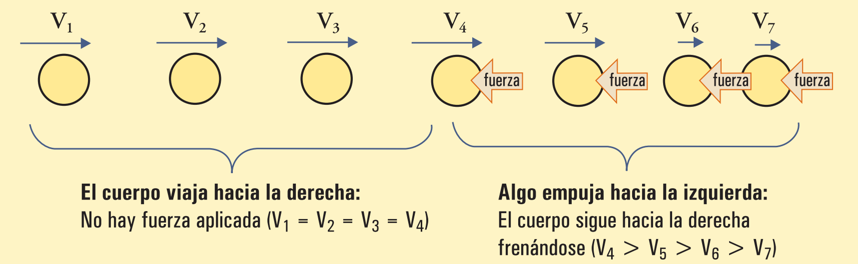
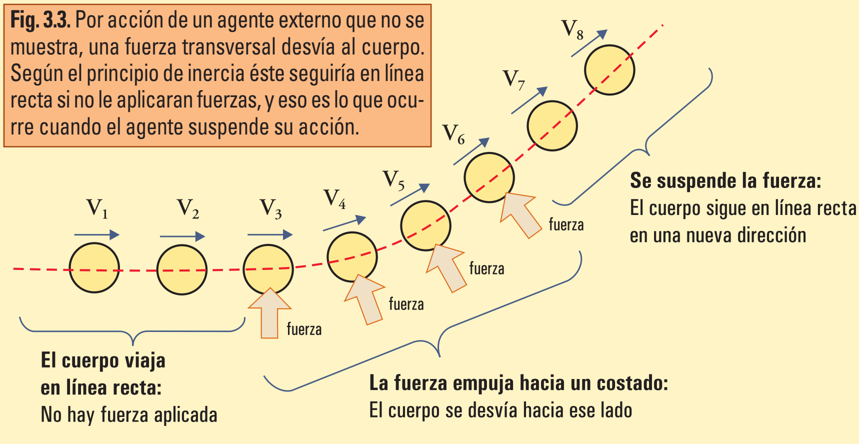


Fig. 3.2. En los cuatro últimos cuadros se muestra el frenado del cuerpo por medio de una fuerza en contra del movimiento (aplicada por un agente externo que no se muestra). Si el agente continúa actuando luego de que el cuerpo se detenga, el movimiento se reiniciará hacia la izquierda.

Fig. 3.3. Por acción de un agente externo que no se muestra, una fuerza transversal desvía al cuerpo. Según el principio de inercia éste seguiría en línea recta si no le aplicaran fuerzas, y eso es lo que ocurre cuando el agente suspende su acción.



4. Si se aplican varias fuerzas simultáneamente sobre un cuerpo, *el efecto sobre el movimiento* es la *superposición* de los efectos que ellas tendrían por separado. Como veremos pronto, en estos casos se determina la *fuerza resultante*, que puede pensarse como la fuerza neta actuante, y se razona con ella como si fuese la única fuerza.

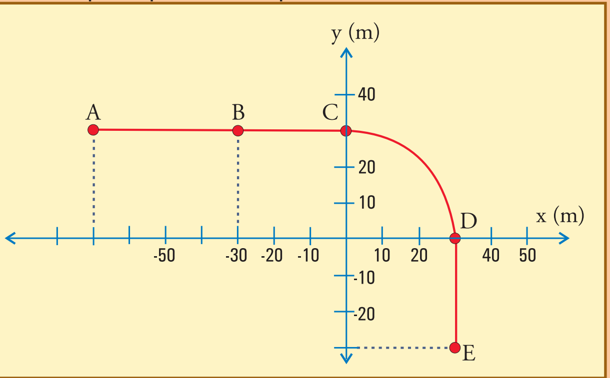
Nota 1. No hay excepciones

Estas ideas son tan importantes, que volveremos a revisarlas cada vez que estudiemos algún movimiento particular. Pero vayamos preparando nuestra mente *para entender que* **no hay excepciones**.
Cuando parece que un cuerpo se detiene solo, es porque alguna fuerza que no hemos advertido lo detuvo (en general un rozamiento).
La fuerza nunca actúa en un instante. Los procesos transcurren en el tiempo, *durante un intervalo mayor o menor (ver figuras anteriores).*
Cuando parece que puede haber algún fenómeno explosivo, un choque, un rebote, algo que ocurre en un instante, se debe reflexionar más, inspeccionar con más cuidado el modelo mental que se tiene de lo que ocurre. No es posible

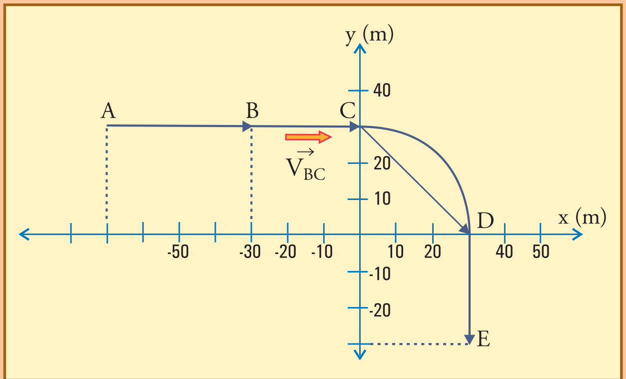
poner en movimiento, detener, o desviar, instantáneamente a un cuerpo. Cualquier proceso que parezca ser instantáneo, si se filma o inspecciona con un aparato suficientemente rápido, se verá que se desarrolla gradualmente, a lo largo de cierto intervalo de tiempo.
Cuando parece que un proyectil se detiene "de golpe" al chocar contra algo, si se analiza, se observa que avanzó algo, por poco que sea, durante el proceso de chocar.
Lo mismo si parece que la trayectoria de un proyectil se quiebra en ángulo al rebotar contra algo. Inspeccionando (mentalmente) el ángulo siempre se encontrará un pequeño tramo de la trayectoria que es realmente curva.

• Ejemplo 1

Se observa que un cuerpo de masa m = 200 kg que está en reposo en A se pone en movimiento en $t_0 = 0$ s, siguiendo la trayectoria dibujada. El cuerpo aumenta gradualmente de velocidad hasta pasar por B en $t_1 = 8$ s, y a partir de allí el movimiento se mantiene uniforme. El cuerpo pasa por C en $t_2 = 11$ s, y continúa uniformemente hasta pasar por D, donde comienza a frenarse gradualmente para quedar en reposo en E.



a) Encuentre los vectores desplazamiento correspondientes a los intervalos sucesivos AB, BC, CD, y DE. Dibújelos sobre la trayectoria y expréselos como par ordenado.
b) Calcule el vector velocidad correspondiente al tramo BC. Dibújelo sobre la trayectoria, en algún punto del tramo, con una escala 2 m/s: 1 cm.
c) Indique el módulo de la velocidad con la que es recorrido el tramo uniforme BD. Calcule en qué instante pasa el móvil por D.
d) Explique en qué partes de la trayectoria hay fuerza neta actuando sobre este móvil, y en qué partes dicha fuerza debe ser nula. Dibuje cualitativamente los vectores fuerza en donde existan, explicando qué efecto está haciendo la fuerza en ese instante sobre el móvil.
e) Considere las siguientes afirmaciones. Para cada una califíquela de verdadero o falso en general, e indique qué parte de este movimiento particular planteado aquí sirve para ilustrar su conclusión.
e.1) Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza, o si la resultante es nula, deberá estar en reposo.
e.2) El movimiento de un cuerpo siempre tiene lugar en la dirección de la fuerza resultante.
e.3) Si en un instante dado, la velocidad de un cuerpo es nula, la fuerza resultante sobre él, en ese instante, también lo será.



• Desarrollo

a) En la figura se muestran los desplazamientos.
$\overrightarrow{AB} = (40\text{ m}\,;\,0\text{ m})$; $\overrightarrow{BC} = (30\text{ m}\,;\,0\text{ m})$;
$\overrightarrow{CD} = (30\text{ m};\,-30\text{ m})$; $\overrightarrow{DE} = (0\text{ m}\,;\,-30\text{ m})$.
b) Dividiendo $\overrightarrow{BC}$ por el tiempo demorado, que es

11- 8 = 3 s, obtenemos (se muestra como un vector hueco en la figura):

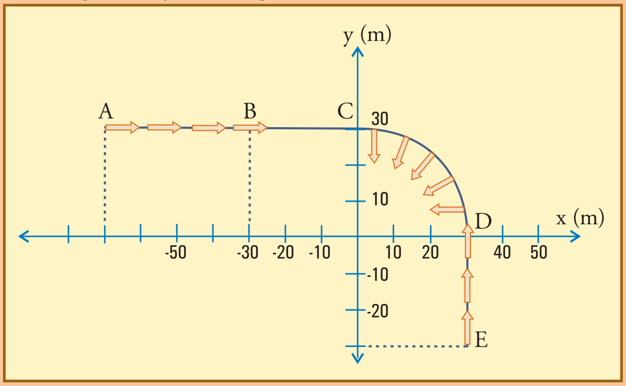
$$\vec{V}_{BC} = (10 \text{ m/s} ; 0 \text{ m/s})$$

Vale aclarar que por ahora sólo tenemos elementos para calcular la velocidad en este tramo, porque en los otros el vector velocidad varía. Más adelante veremos qué hacer en esos casos.

c) El módulo de este vector es 10 m/s, y se mantiene constante hasta D. Para calcular lo que demora el móvil en llegar a D, dividimos: longitud(CD) / v = $\frac{1}{2}\pi$ x 30 m / 10 (m/s) $\cong$ 4,71 s. De manera que pasa por D en $t_D \cong$ 15,71 s.

d) En el tramo AB la velocidad aumenta, y no hay desviación, de manera que debió actuar una fuerza resultante hacia delante, es decir, hacia la derecha de la figura.

El tramo BC se recorre uniformemente en línea recta, eso significa que **no hay fuerza neta (resultante)** actuando. $F_R = 0$ entre B y C.



El tramo CD se recorre uniformemente con desviación hacia la derecha: debe estar actuando una fuerza resultante perpendicular al movimiento, hacia la derecha del mismo.

Entre D y E, el móvil se frena en línea recta. Es decir, se suspende la fuerza perpendicular que lo venía desviando, y comienza a actuar una fuerza (resultante) hacia atrás (en la figura hacia arriba), que se mantiene hasta que el móvil se detiene. En la figura se muestra la fuerza resultante con vectores huecos.

e.1) Es falso, contradice el principio de inercia. Tramo BC.

e.2) Es falso, como queda mostrado en el tramo CD, en el cual la fuerza es perpendicular al movimiento, o más notablemente aún en el tramo DE, en el cual la fuerza es exactamente contraria al movimiento. Es necesario reflexionar sobre el hecho de que, aunque el enunciado e.2) sería cierto para el tramo AB, no lo es *en general*, y eso le confiere el carácter de FALSO, ya que contiene el cuantificador "siempre".

e.3) Falso. El hecho de que un cuerpo se detenga no depende de la fuerza que actúa en ese instante, sino de la acción de la fuerza en los instantes previos. En el instante exacto de la detención, la fuerza puede anularse, o no, y en este ejemplo encontramos ilustradas las dos situaciones.

Así tenemos el caso del punto E: la fuerza que ha actuado durante todo el trayecto DE para detener al cuerpo, debe anularse en el instante en que el cuerpo se detiene (en E), ya que si continuara actuando el movimiento se reiniciaría hacia D, es decir en el sentido de la fuerza que habría permanecido sin anularse (por ejemplo si en el punto E hubiera habido un resorte que es comprimido por el móvil hasta detenerlo, y luego lo lanza en sentido contrario).

De manera que en punto E, en el ejemplo desarrollado, la afirmación e.3) ha sido válida, pero con un simple cambio en el enunciado, podría no haberlo sido. Esto la califica como FALSA, ya que *de la anulación de la velocidad no se deduce la anulación de la fuerza resultante*.

El punto inicial, A, por otra parte, constituye un ejemplo de caso en que la afirmación e.3) es falsa. Ya que mientras la fuerza resultante sea nula en el punto A, de velocidad nula, el movimiento *no se iniciará*. El movimiento se inicia precisamente en el instante en que se aplica una fuerza en A. En ese instante exacto, la velocidad es nula y la fuerza resultante no.

Nota conceptual

Las afirmaciones e.1), e.2), e.3), pueden parecer capciosas, pero no lo son. Son tres afirmaciones que reflejan la identificación errónea de la fuerza con el movimiento o la velocidad.

Esta identificación, que es una de las barreras más comunes que hay que superar para entender las leyes de la dinámica, obedece a una metodología de pensamiento muy difundida, denominada "metodología de la superficialidad", la cual consiste en identificar de manera irreflexiva y rápida conceptos diferentes a partir de cualquier semejanza. Los que adoptan (en general inconscientemente) esta metodología, actúan como si estuvieran obligados a tener respuestas o certezas rápidas para todas las cuestiones, no importa cómo se obtengan, y como si hubiese algo malo en demorarse reflexionando y elaborando alguna idea.

La esencia del pensamiento científico está precisamente en lo contrario: busca elaborar con cuidado las ideas, revisando todos sus aspectos. Una semejanza nunca es motivo para una identificación inmediata, sino para una búsqueda de razones que la justifiquen.

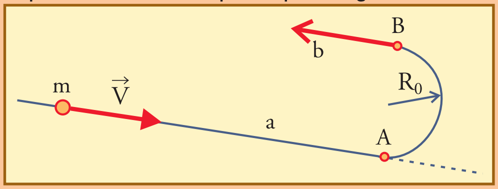
La veracidad de una ley *no se juzga buscando un ejemplo favorable*, sino al contrario, tratando de mostrar que no podría haber contraejemplos.

Ejemplo 2

Una partícula se desplaza libremente en el espacio (sin que actúen sobre ella fuerzas de ningún tipo, no hay gravedad ni rozamiento) a lo largo de una recta **a**.

A partir de un punto **A** se desea desviar a la partícula para que siga la trayectoria mostrada, que consiste en una semicircunferencia de radio R_0, que luego continúa en la línea recta b, sin que varíe la rapidez de su movimiento.

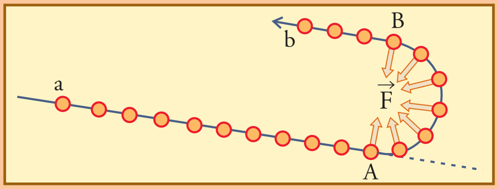
Explique cómo es la fuerza que es necesario aplicar para lograr este movimiento: qué orientación debe tener, y durante qué lapso debe actuar. Dibuje cualitativamente.



Desarrollo

Al no haber rozamiento ni otras fuerzas extrañas, hay que esperar que el cuerpo llegue a A, sin aplicarle fuerza alguna. Cuando llega a ese punto hay que comenzar a aplicarle una fuerza perpendicular a la dirección del movimiento, hacia la izquierda, y hay que mantener esa fuerza aplicada de esa manera (exactamente perpendicular a la trayectoria), con módulo constante, hasta que el cuerpo llegue a B (donde se completa la semicircunferencia).

A partir de ese instante t_B, simplemente se suspende la fuerza, y el cuerpo continuará por la línea recta b.



*Con **dibujar cualitativamente** queremos decir un dibujo aproximado, sin escala, pero que muestra cualidades, es decir, muestra si algo coincide con determinada dirección, o no; en el caso de que no, muestra si forma ángulo agudo u obtuso, grande o chico; también puede indicar si el módulo está aumentando o disminuyendo, o alguna otra propiedad que sea importante para la situación. En éste (y en cualquier texto de física), veremos a cada paso este tipo de dibujo.*

Naturaleza vectorial de las fuerzas y principio de superposición

El carácter vectorial de las fuerzas significa que cada componente de un vector fuerza $\vec{F}$ representa la intensidad de una acción a lo largo de la correspondiente dirección del espacio, tal que la superposición de las acciones representadas por todas las componentes, cada una a lo largo de su dirección particular, equivale a la acción de $\vec{F}$ a lo largo de su propia dirección.

Este enunciado, denominado ***principio de superposición***, esencialmente es lo mismo que antes hemos llamado principio de independencia de los movimientos, ya que ambos enunciados sostienen que las acciones en una dirección tienen efectos sobre el movimiento en esa dirección independientemente de lo que ocurra en otras direcciones, y que sólo pueden ser reforzadas o contrarrestadas por acciones en esa misma dirección.

Ahora bien, es difícil que tratemos con cuerpos sobre los que actúe una única fuerza. Aún en el caso en que apliquemos una única fuerza sobre un cuerpo, por lo general provocaremos la aparición de otras fuerzas que resultarán de la interacción con los demás cuerpos que están en contacto con él, comúnmente llamadas *reacciones*. Como resultado de todo eso, el cuerpo en cuestión resultará sometido a un ***sistema de fuerzas***, y el principio de superposición nos permitirá simplificar las ideas, reemplazando, para determinados fines, a todo ese sistema de fuerzas con la llamada **"fuerza resultante"**.

• Fuerza resultante

La operación que expresa la superposición de los efectos de las componentes de una fuerza es la composición o suma vectorial.

En función de esto, definimos que la fuerza resultante de un sistema de fuerzas es el resultado de la suma vectorial de todas las fuerzas del sistema.

Como ya hemos visto, la suma vectorial, aunque se indica con el símbolo "+", de la misma manera que la suma de números, se efectúa entre elementos que son vectores, **componiendo** los vectores. Esta operación -como ya hemos visto- se efectúa componente a componente, y se expresa gráficamente dibujando los vectores uno a continuación del otro.

De este modo, cuando se suman muchos vectores se obtiene un "polígono vectorial", en el que la resultante está indicada desde la "cola" del primer vector, hasta la "punta" del último. Si sólo se suman dos vectores, que será lo más frecuente, el polígono se reduce a un triángulo -a veces es preferible completar el "paralelogramo de vectores"-.

La expresión analítica de este procedimiento, como ya hemos visto, consiste en sumar independientemente las componentes de los vectores según cada dirección del espacio:

[3.1]

$$\vec{F}_R = \sum \vec{F}_i$$

$$\vec{F}_R = \begin{cases} F_{Rx} = \sum F_{ix} \\ F_{Ry} = \sum F_{iy} \\ F_{Rz} = \sum F_{iz} \end{cases}$$

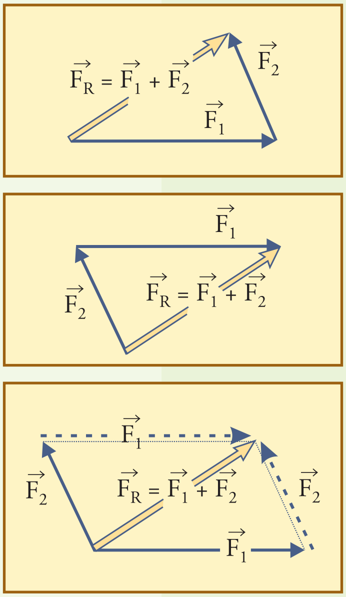


Fig. 3.4. Tres formas equivalentes de sumar dos vectores fuerza $\vec{F}_1$ y $\vec{F}_2$. Los polígonos que se obtienen dibujando un vector a continuación del otro son los triángulos mostrados primero, totalmente equivalentes entre sí. A la derecha se muestra el paralelogramo, que no es más que la reunión de los dos triángulos anteriores.

Nota 2. No debe confundirse la suma de fuerzas con la suma de sus módulos

Debe estar muy claro que la intensidad de la fuerza resultante en general ***no es igual*** *a la suma de las intensidades o módulos de las fuerzas que se suman, ya que cada una actúa según distintas direcciones. A partir de la observación del polígono de vectores es muy fácil darse cuenta de que solamente corresponderá sumar los módulos cuando las fuerzas actúen con la misma orientación.*

Nota 3. La fuerza resultante no tiene en cuenta todos los detalles

Hallar la resultante significa simplificar el sistema de fuerzas haciendo abstracción de numerosos detalles. Así por ejemplo, en el cálculo de las componentes de la fuerza resultante sólo intervienen las componentes de las fuerzas del sistema, pero no dónde y cómo están aplicadas, de manera que no se está teniendo en cuenta *si las fuerzas del sistema están aplicadas de manera de deformar o romper (o no) el cuerpo, ni si pueden producir o no su* rotación. *Ésta es una simplificación absolutamente necesaria para determinados fines..*

• Primera condición de equilibrio

Supongamos un sistema de N fuerzas $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, ..., $\vec{F}_N$, aplicadas sobre un cuerpo.

Sabemos hallar la resultante del sistema con la operación vectorial $\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + ... +\vec{F}_N$.

Cuando se da la situación de que no hay fuerza resultante -lo que significa que la fuerza resultante es un vector nulo: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + ... +\vec{F}_N = 0$ -, se dice que el sistema de fuerzas cumple lo que se denomina “primera condición de equilibrio”.

$$\sum \vec{F}_i = \vec{0}$$

$$\sum \vec{F}_i = F_R \qquad (3.2)$$

De las ideas básicas que hemos enunciado se desprende que, cuando el sistema de fuerzas actuante sobre un cuerpo cumpla con la condición de fuerza resultante nula, un cuerpo que esté en reposo no será alterado en su reposo, y si está viajando, tampoco será acelerado ni frenado ni desviado de la línea recta, por el sistema de fuerzas. Por ahora, entenderemos así la condición de equilibrio.

• Fuerza equilibrante

Si el sistema de fuerzas actuante sobre un cuerpo tiene resultante $\vec{F}_R$ (obviamente no está en equilibrio), podemos hacer que cumpla la condición (3.2) aplicando sobre el mismo cuerpo una fuerza exactamente opuesta a $\vec{F}_R$, que se llamará “fuerza equilibrante” del sistema, $\vec{F}_E$, ya que:

si $\vec{F}_E = - \vec{F}_R$, entonces el sistema compuesto por todas las $\vec{F}_i$ y además la $\vec{F}_E$, tiene resultante nula (pues $\underbrace{\vec{F}_1+\vec{F}_2+\ldots+\vec{F}_N}_{\vec{F}_R}+\underbrace{\vec{F}_E}_{-\vec{F}_R}=\vec{F}_R-\vec{F}_R$

$\underbrace{\vec{F}_1+\vec{F}_2+\ldots+\vec{F}_N}_{\vec{F}_R}+\underbrace{\vec{F}_E}_{-\vec{F}_R}=\vec{0}$)

Nota 4. Otra condición de equilibrio

Si recordamos que la suma vectorial se efectúa simplemente sumando las componentes correspondientes entre sí, advertimos que esta primera condición se refiere exclusivamente a las componentes de las fuerzas, y no tiene en cuenta en dónde se aplica cada una. Veamos ahora un ejemplo simple, que presenta ideas sobre distintas situaciones posibles.

Supongamos que un agente aplica al cuerpo de la figura 3.5(a) una fuerza $\vec{F}$ en el punto $\vec{A}$, y que otro quiere contrarrestar el efecto aplicando la fuerza opuesta $\vec{E} = -\vec{F}$, y analicemos lo que sucede aplicando $\vec{E}$ en tres puntos posibles diferentes, A, B, y C.

Si se aplica $\vec{E}$ exactamente en el mismo punto A que $\vec{F}$ (figura 3.5(b)), con ciertos cuidados, se puede llegar a cancelar su efecto. Se habría llegado a un equilibrio total entre las acciones, y la resultante nula, esta situación equivaldría a la ausencia de fuerzas sobre el cuerpo.

Si se aplica en B (figura 3.5(c)), se llega a un equilibrio entre las acciones, pero el cuerpo queda tensionado entre un agente que tira hacia la izquierda desde B y otro que tira hacia la derecha desde A. El cuerpo se deforma un poco o mucho (el segmento AB se estira algo), y hasta puede romperse. Si no se rompe, el sistema queda equilibrado, y en lo que respecta al movimiento (ignorando las tensiones internas) la resultante nula en este caso, también equivale a la ausencia de fuerzas.

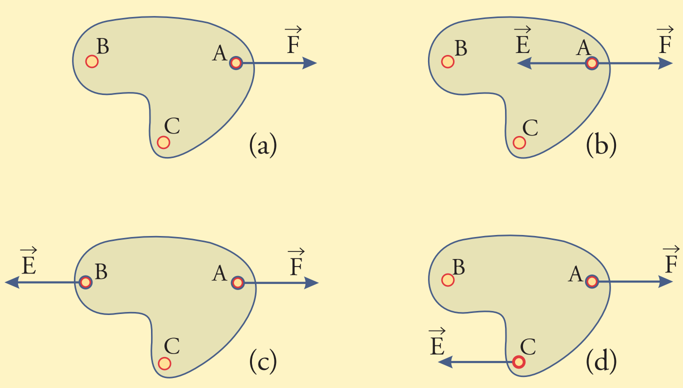


Fig. 3.5. (a): se aplica $\vec{F}$ en el punto A de un cuerpo. (b), (c), (d): se muestra E aplicada respectivamente en A, B, y C.

Ahora bien, si se aplica en C (figura 3.5(d)), queda claro que aunque el cuerpo en conjunto no se traslade hacia la derecha ni hacia la izquierda, la fuerza $\vec{E}$ no podrá impedir que la $\vec{F}$ desplace al punto A hacia la derecha, ni la $\vec{F}$ podrá impedir que $\vec{E}$ desplace al B hacia la izquierda. Estos desplazamientos constituirán, en principio, una rotación del cuerpo en sentido horario (tendiente a alinear el segmento AC con las fuerzas). De manera que en este caso vemos que $\vec{E}$ equilibra a $\vec{F}$ en lo que se refiere a las posibilidades de traslación del cuerpo, pero no relación con posibles rotaciones.

Veremos más adelante, al estudiar rotaciones, que hay una 2da condición de equilibrio que tiene en cuenta dónde se aplican las fuerzas. Esta condición determina si el sistema de fuerzas puede o no impulsar rotaciones.

En función de esto es que la condición de equilibrio que aquí estamos estudiando se denomina también "condición de equilibrio de traslación".