

Desafíos – Ametralladora

Pregunta 1

Te encuentras en un trineo al que alguien ha dado un empujón. El trineo, contigo encima, se desliza por el hielo en línea recta, y entonces te das cuenta de que está nevando. La nieve cae verticalmente hacia abajo en el sistema de referencia del suelo y, según se acumula sobre el trineo, tienes tres opciones. ¿Cuál de estas tres opciones es la mejor si quieres que el trineo se mueva deprisa y se frene lo menos posible debido a la nieve?

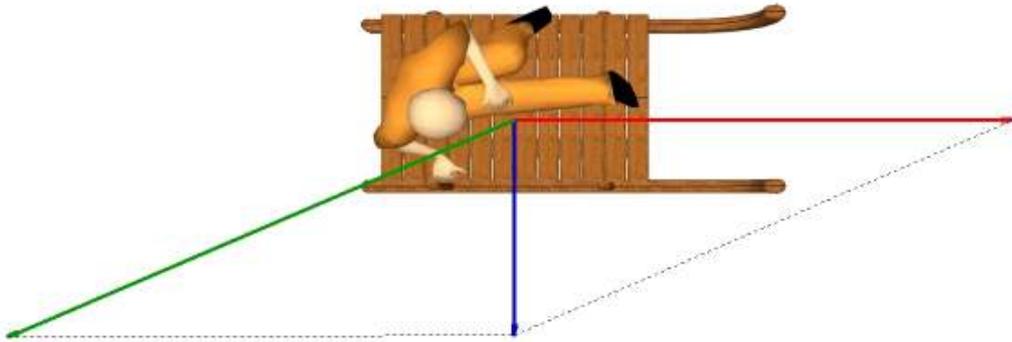
- a) Barrer la nieve fuera del trineo con los brazos, de modo que salga del trineo perpendicularmente a él en el sistema de referencia del suelo.
- b) Barrer la nieve fuera del trineo como antes, pero de modo que salga del trineo perpendicularmente a él en el sistema de referencia del trineo.
- c) No hacer nada.

Solución:

Para la opción a) en el dibujo de abajo puede observarse en rojo la trayectoria del trineo con referencia al suelo, en azul la de la nieve arrojada desde éste, también con referencia al suelo y por último en verde la trayectoria referenciada al trineo que habría que dar a la nieve expulsada para que cumpla éste último requisito de perpendicularidad con referencia al suelo.

Obtenemos así un empuje neto sobre el trineo que sería igual a la masa de la nieve multiplicada por la velocidad a la que la arrojamos y por el coseno del ángulo que forme la trayectoria de expulsión de la nieve con referencia al trineo (verde) con la trayectoria de éste (rojo).

Según se vaya reduciendo el movimiento del trineo debido al rozamiento, éste ángulo con el que tendremos que arrojar la nieve para mantener la perpendicularidad con referencia al suelo se hará cada vez mayor, con lo que el empuje que conseguimos se reduce cada vez más.

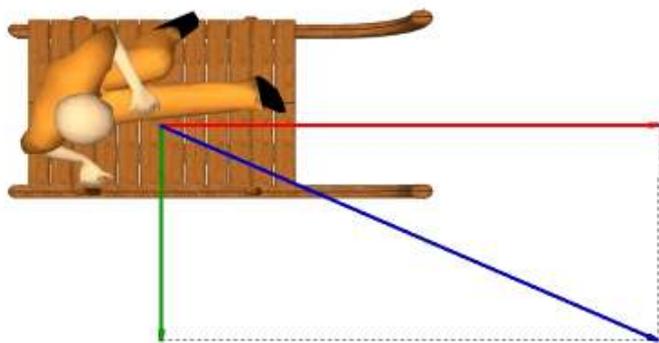


Opción a).

Para la opción b) en el dibujo de abajo aparece igualmente en rojo la trayectoria del trineo con referencia al suelo.

Nótese que en éste caso, debido a que la trayectoria de la nieve (en verde) es perpendicular con referencia al trineo, no se obtiene ningún empuje neto sobre éste.

La trayectoria azul sería la de la nieve arrojada desde el trineo vista con referencia al suelo.



Opción b).

Esta opción b) es entonces equivalente a la c) en la que no hacemos nada, a efectos de distancia recorrida por el trineo, siendo por lo tanto la a) la ganadora.

Pregunta 2

a) En una piscina hay un bloque de hielo flotando. Dentro del bloque de hielo, bajo el nivel del agua, hay una burbuja de aire. Cuando se funde el hielo, ¿qué le sucederá al nivel del agua?

b) Si en vez de la burbuja de aire hay una esfera de plomo dentro del hielo, ¿qué le sucederá al nivel del agua cuando se derrita el hielo?

Solución:

Un bloque de hielo puro (esto es, sólo de agua, sin aire ni ninguna otra sustancia extraña dentro), flota porque la densidad del hielo es menor que la del agua líquida.

Por el principio de Arquímedes la parte sumergida desaloja un volumen equivalente de agua cuyo peso ejerce un empuje sobre el bloque hacia arriba que equilibra a su peso total.

Por ello, cuando el bloque se va licuando el nivel del líquido del recipiente que lo contiene no sube ni baja, ya que entonces el volumen del agua que formaba el bloque se habrá reducido justo al mismo volumen que permanecía sumergido cuando estaba en estado sólido.

Si el mismo bloque contuviese ahora una burbuja de aire, el peso del bloque sería prácticamente el mismo (despreciando el peso del aire), con lo que el volumen sumergido seguiría siendo justo el necesario para elevar dicho peso, es decir el mismo que sin burbuja. Lo único que varía ahora es que la parte emergida que será mayor, justo en el volumen que tenga la burbuja.

El nivel del agua en el recipiente no variará al final, por el mismo razonamiento de antes, ya que el aire escapará a la atmósfera en cuanto se vea libre. Sin embargo durante el tiempo que tarda la burbuja desde que se desprende del bloque hasta que llega a la superficie, el nivel del líquido subirá al volumen correspondiente a la burbuja, volviendo a bajar después al nivel inicial. Por ello este experimento hará que rebose el recipiente momentáneamente si lo hubiésemos llenado hasta el borde.

En el caso de que contuviese un material más pesado que el agua, como el plomo, el bloque sí se sumergirá más, para que el peso de agua correspondiente al volumen desalojado compense la diferencia de densidad de la bola de plomo respecto de su volumen de hielo.

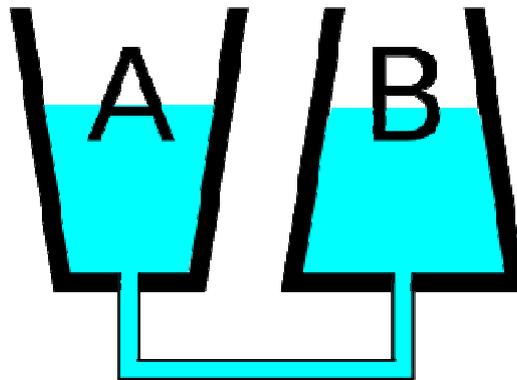
Según se vaya licuando el hielo el porcentaje de volumen de hielo emergente se hará cada vez más pequeño, aumentando progresivamente el nivel del agua del recipiente, hasta que llegue un momento en que sucedan una de estas dos cosas:

1: El plomo se desprende del hielo y cae al fondo mientras que el hielo, liberado abruptamente de su peso, disminuye su porcentaje de volumen sumergido, bajando el nivel del agua del recipiente.

2: La densidad conjunta del bloque de hielo con el plomo supera la densidad del agua líquida, con lo que cae al fondo y a partir de ahora, mientras se funde el resto del hielo el nivel del agua del recipiente disminuye progresivamente al elevarse la densidad de ésta por pasar el hielo sumergido al estado líquido.

Pregunta 3

Los dos recipientes de abajo contienen agua y están unidos por un tubo lleno de agua, de modo que el líquido es compartido por ambos. El nivel del agua es el mismo en los dos recipientes comunicados. A partir de esta situación inicial, realizamos dos procesos distintos.



a) Si se calienta el agua de A, de modo que se expanda, ¿hacia dónde fluirá el agua del tubo, si es que fluye?

b) Si se calienta el agua de B, de modo que se expanda, ¿hacia dónde fluirá el agua del tubo, si es que fluye?

Solución:

Para simplificar el problema, vamos a suponer primero que el recipiente que estamos calentando está formado por un cilindro y no por troncos de cono como A ó B.

Al calentarse el agua de un recipiente cilíndrico, ésta se expande, y el nivel en el recipiente subirá siempre proporcionalmente a la temperatura, esto es, a incrementos iguales de temperatura les corresponderán incrementos iguales de nivel para todo el intervalo comprendido entre las temperaturas de fusión y de ebullición a presión atmosférica constante.

Pero ¿qué le sucede a la presión de agua en el fondo del recipiente cilíndrico cuando su nivel sube por efecto de la dilatación térmica? Como la presión sobre una superficie en el interior de un líquido es equivalente al peso de la columna de líquido de sección igual a dicha superficie y altura igual a la distancia hasta la superficie libre, dicha columna contendrá siempre la misma masa de líquido, por lo que la presión no variará en función de la temperatura en este caso.

Esto no sucederá así en un recipiente cuya sección aumente (caso A) o disminuya (caso B). En estos dos casos, los incrementos de nivel serán cada vez menores en un caso y cada vez mayores en el otro según vayamos subiendo en el rango de temperatura.

Así, la presión en el fondo del recipiente disminuirá con el aumento de temperatura en el caso A, mientras que aumentará en el caso B.

Podemos por lo tanto contestar ahora a las dos preguntas:

En el caso a), al disminuir la presión en A, el agua fluirá desde el recipiente B hacia el A por el tubo de comunicación, mientras que en el caso b), también fluirá el agua desde B hacia A, pero esta vez por haber aumentado la presión en B.

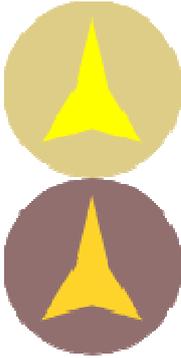
Se da así la paradoja que en el caso a) el nivel en A sube, mientras que baja el de B.

En el caso b) suben los niveles de ambos recipientes, el de A por la entrada por el tubo de comunicación y el de B por dilatación térmica, quedando en equilibrio el del recipiente B más alto que el de A, al contener agua más caliente y por lo tanto menos densa.

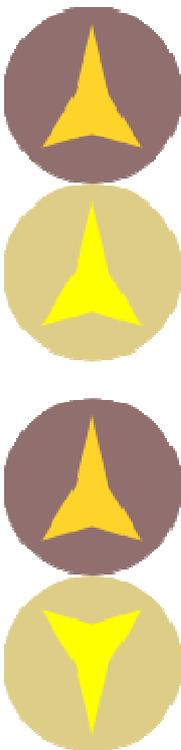
Si el recipiente que calentásemos fuese cilíndrico (o de sección constante), el nivel subiría sobre el del recipiente más frío sin que se produjese ninguna circulación de líquido por el tubo de comunicación que los igualase, como sucede normalmente con líquidos de densidad homogénea. (sí se producirían en el vaso comunicante pequeñas corrientes de torbellino que acabarían por mezclar el líquido e igualar los niveles a la larga).

Pregunta 4

Dos monedas idénticas se encuentran en contacto mediante sus cantos como se muestra en la figura:



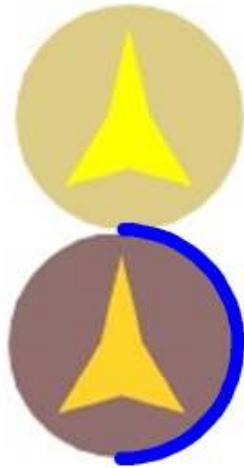
Si, sujetando la moneda de abajo de modo que no se mueva, se hace girar la moneda de arriba sobre el borde de la de abajo (sin deslizar) de modo que termine debajo de la otra moneda, ¿cuál de estas dos figuras muestra lo que sucederá?



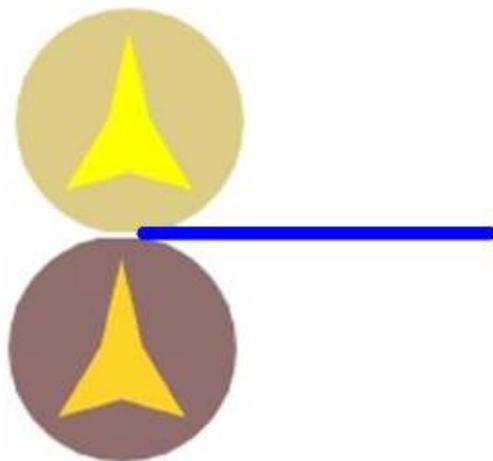
¿Puedes predecir (y resolver) la pega más probable que pondrá alguien que no haya obtenido la respuesta correcta?

Solución:

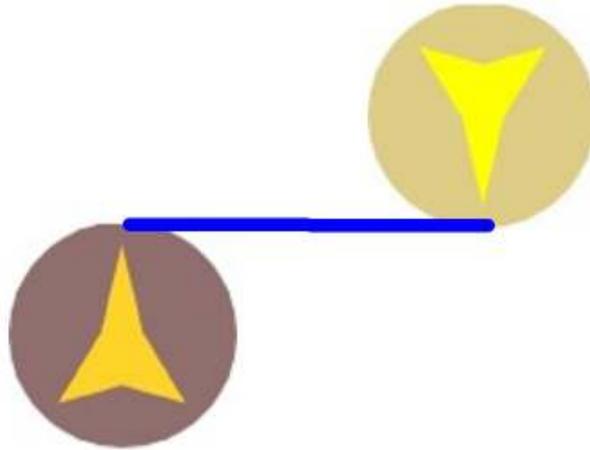
La respuesta incorrecta es la segunda. El error se produce al pensar que si se hace rodar la moneda de arriba una longitud de media circunferencia, ésta habrá dado sólo media vuelta, por lo que quedara boca abajo respecto de su orientación original. Sin embargo se produce un segundo giro de 180 grados y del mismo signo que el anterior, por lo que el resultado correcto es que vuelve a quedar en la misma orientación inicial, tal y como se ve en la primera respuesta. Los siguientes dibujos aclaran cada uno de los giros.



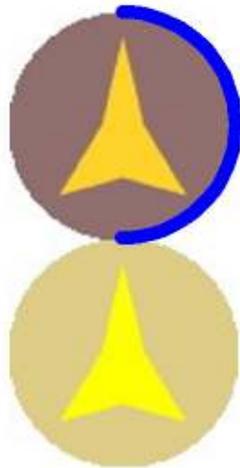
Representación del recorrido que efectuará la moneda superior, en azul, por el canto de la moneda inferior



Vista del mismo recorrido estirado, en azul



Primer giro de 180° a causa del recorrido



Tras el segundo giro de 180° a causa de volver a curvar el recorrido sobre el canto de la segunda moneda

Pregunta 5

Una bola de acero está unida, mediante un hilo, a un clavo clavado sobre una mesa, de modo que la pelota está en reposo sobre la mesa. Se proporciona un golpe a la bola, de modo que empieza a dar vueltas alrededor del clavo deslizándose sobre la mesa. Sin

embargo, según el hilo se va enrollando alrededor del clavo, se hace más corto y, como consecuencia, la bola se mueve cada vez más deprisa. La bola gana velocidad todo el tiempo, de modo que la energía cinética no se conserva.

¿Dónde está el error en el razonamiento anterior?

Solución:

La energía cinética de la bola se conserva siempre, dado que no varían ni su masa ni su velocidad tangencial.

Lo que va aumentando conforme el hilo se acorta es la velocidad angular, precisamente debido a la conservación del momento, ya que a un radio menor le corresponderá una velocidad de giro mayor (en vueltas por segundo), permaneciendo constante la velocidad lineal de la bola.

Paloma Sanz Martín