

FÍSICA DIVERTIDA 1

Experimentos creativos
de bajo costo con materiales reciclados

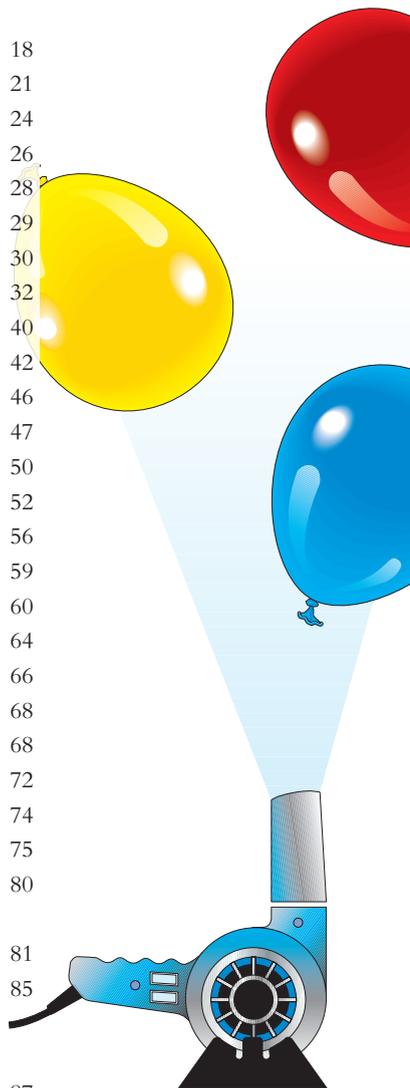
Eduardo de Campos Valadares

EDITORIAL
TERRACOTA **ET**

colección **sello de arena**
Ciencia divertida

Contenido

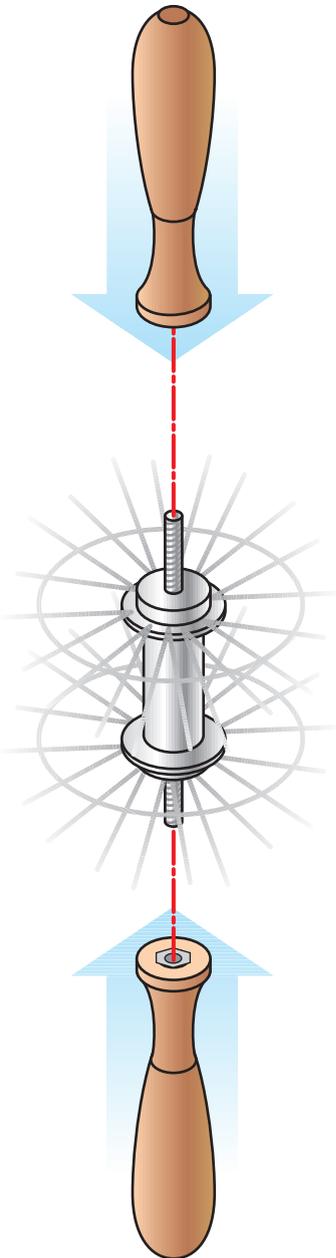
Introducción	8
Cómo empezar	12
¡Diviértete con la Mecánica!	
1. La lata mágica	16
2. Cómo convertir lo débil en fuerte (estructuración de materiales)	18
3. Párate sobre huevos	21
4. Globos flacos y gordos	24
5. Pincha globos sin reventarlos	26
6. Carrusel de elástico	28
7. ¿Una sierra de papel?	29
8. Globo de la muerte	30
9. Achatamiento de la Tierra por los polos	32
10. Pinturas divertidas	40
11. El astronauta en el elevador	42
12. Lavadora: extractor de agua	46
13. La rueda cuadrada y otras ruedas	47
14. Globos cohete	50
15. Cohetes de propulsión química y de aire	52
16. Cohetes de agua	56
17. Pelotas voladoras	59
18. Péndulos sensibles	60
19. Aros hipersensibles	64
20. Cama de clavos	66
21. Cama de reglas	68
22. El submarino	68
23. Amplificador de agua (transistor de agua)	72
24. Elevador hidráulico	74
25. Robots hidráulicos (robot jeringas)	75
26. Puentes elevadizos	80
27. Rodeo de obstáculos: cómo encuentran su camino las corrientes de aire y agua	81
28. Malabarismo de globos	85
29. Corrientes de aire en el toldo de los autos, el techo de las casas y las cimas de las montañas	87



30. Haz tu propio rociador	88
31. Túnel de viento	91
32. Pelota rechazada	98
33. Venciendo la fricción (platillo volador)	99
34. Rueda que gira cuesta arriba	104
35. El truco de la bailarina	106
36. El truco de la bicicleta	109
37. Acelerómetro	111
38. Huevos crudos o cocidos	113
39. Bomba manual de agua (tornillo de Arquímedes)	114
40. Fuente de agua	117
41. Cómo llegar a la cima (efecto de los frijoles)	118

Juega con la luz: Óptica

1. Vidrio invisible	121
2. Descomposición de la luz en un arcoíris: Versión del siglo XXI de los experimentos clásicos de Newton	122
3. Reta a tu percepción	128
4. Patrones de Moiré	132
5. Lentes de aire y agua	134
6. Luz al final del túnel	138
7. El fantasma detrás del espejo	140
8. Levitación y cubismo con un espejo plano	141
9. El teatro mágico	142
10. El milagro de los peces (espejos paralelos)	144
11. Festival de caleidoscopios	146
12. Cámara oscura	153
13. Nuevos descubrimientos con polarizadores	155
14. ¿Por qué es azul el cielo?	162
15. Exploración del rayo láser	165
16. Tubos de luz: fibra óptica	171
17. Movimiento en cámara lenta	173
18. Esferas navideñas fractales	175



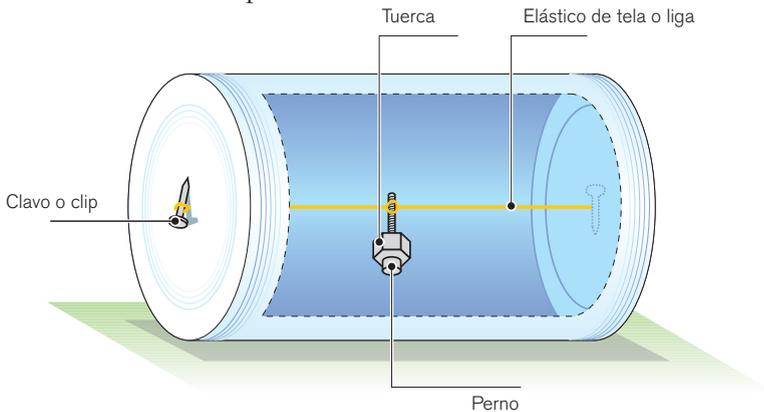
¡Diviértete con la mecánica!

1. La lata mágica

¿Te gustaría tener una lata que rueda, se detenga y obediente regrese?

Materiales

- Lata con tapa
- Elástico de tela o liga
- Perno largo con tuerca
- 2 clavos o clips



Paso a paso

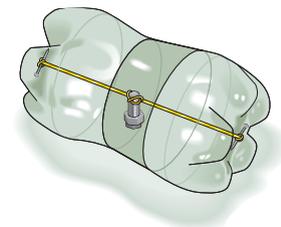
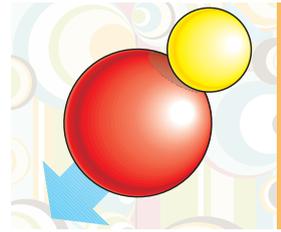
Atornilla la tuerca hasta la cabeza del perno. Haz una lazada en medio de la liga e introduce en ésta “la punta” del perno. Haz perforaciones en los centros de la tapa y el fondo. Pasa un extremo de la liga a través del agujero

del fondo de la lata y atóralo con un nudo o utiliza uno de los clavos (ve la figura de la página anterior). Estira la liga y pasa el otro extremo por el agujero de la tapa, ajústalo de la misma manera. Sacude la lata para asegurarte de que el tornillo no golpee los lados. Si lo hace, necesitas estirar la liga un poco. Haz que tu lata ruede sobre una superficie lisa libre de obstáculos. ¡La lata mágica será aún más divertida si la pintas!

¿En realidad puedes adiestrar una lata? ¿Para qué sirve la liga? ¿Qué pasa con ella cuando haces rodar la lata? Gírala varias veces hacia atrás con tu mano antes de soltarla. ¿Qué le sucede a la liga? ¿Qué pasa si usas dos ligas en lugar de una? ¿Qué sucede con el perno? Intenta hacer una lata sin perno para ver si el truco de la lata mágica sigue funcionando.

Alternativa

Para ver lo que sucede dentro de la lata, repite lo que se te pide arriba, pero utiliza una botella de refresco cilíndrica de plástico transparente en lugar de la lata. Los agujeros deben hacerse en los centros exactos del fondo de la botella y en la tapa. También puedes intentar otras versiones con partes de botellas de plástico que quepan unas dentro de otras (ve la figura). Los juguetes y relojes de cuerda funcionan de la misma manera.



HECHOS FENOMENALES

Para estirar una liga es necesario realizar cierto esfuerzo. Suéltala y observa lo que sucede. Hay algo almacenado dentro de la liga que se transforma en movimiento. A esto se le llama *energía*. Cuanto más se estira la liga, más energía elástica se almacena ahí. Existen otras formas de energía. No es posible crear energía de la nada, sólo se puede convertir una forma de energía en otra.

Por ejemplo, la electricidad puede hacer que una plancha, una tv, un radio, una lavadora y una computadora funcionen al mismo tiempo. Todos estos ejemplos se relacionan con la conversión de un tipo de energía en otra. ¿Qué sucede con la lata mágica? ¿Cómo se almacena la energía y cómo se transforma ésta en movimiento?

2. Cómo convertir lo débil en fuerte (estructuración de materiales)

Todos tenemos un lado fuerte y uno débil. Lo mismo sucede con los materiales. Aprovecha esos aspectos opuestos, usando únicamente reglas, papel y cartón o cartulina.

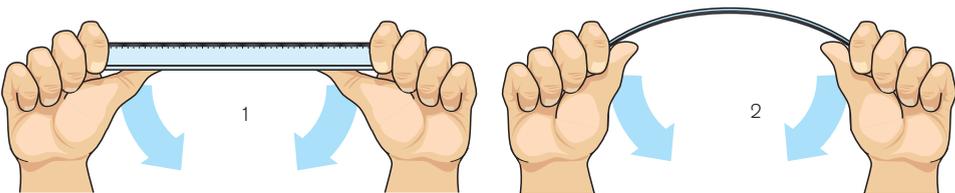
Materiales

- 2 reglas de plástico
- 3 hojas blancas de papel
- Cartón o cartulina

A. La flexión de una regla

Paso a paso

Sostén una regla con las dos manos por ambos extremos. Intenta doblarla como se indica en las figuras 1 y 2 con cuidado de no romperla. ¿Puedes decir cuál es el lado débil (más flexible) de la regla y cuál es el fuerte (menos flexible)? ¿Cómo puedes aprovechar estas dos facetas de la regla? Puedes combinarlas si sostienes una regla sobre otra, formando una T. En esta combinación, el conjunto se vuelve fuerte. Existen otras posibilidades, como vigas con forma de I o de U. Estos cortes transversales a menudo se utilizan en las construcciones de ingeniería civil. Fíjate en las vigas de acero de un ático que sostienen las piezas del techo, sobre todo en los edificios en construcción que utilizan estructuras metálicas.



HECHOS FENOMENALES

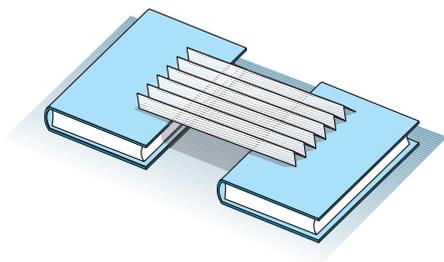
En la situación 1 (ver figura de la página anterior), la regla es muy gruesa desde el punto de vista del observador y muy angosta vista desde arriba. En la situación 2 se ve el lado más fino de la regla, que es más ancha vista desde arriba. En ambos casos, la longitud de las reglas es la misma. ¿Cuál es el factor más decisivo para la resistencia de la regla en tér-

minos de flexión? ¿Puedes ver la ventaja de ser angosto y grueso? La longitud de la regla también desempeña un papel en la flexión. Con una mano sostén un extremo de la regla en la orilla de una mesa, como si fuera un trampolín. Descubrirás cómo la longitud del trampolín afecta su flexibilidad.

B. Papel doblado

Intenta parar una hoja de papel sobre su orilla. ¿Por qué se cae? Dobra el papel formando un acordeón, como se muestra. ¿Puede quedarse parado el papel ahora? ¿Soportaría el peso de una hoja de papel plana? Coloca el papel en forma de acordeón entre los dos papeles planos y compara su constitución con la del cartón. Ahora forma un puente con el acordeón, colocándolo encima de dos libros, como se muestra, averigua cuánto peso puede soportar. ¿Puede soportar más peso tu puente de papel si aumentas el número de dobleces en tu acordeón?

En seguida, corta una hoja de papel en dos mitades iguales. Haz dos tubos idénticos, uno con cada pedazo de papel. Utiliza cinta adhesiva para pegarlos. Haz un puente con los tubos encima de los dos libros y averigua cuánto peso soportan. Ahora disminuye los radios de los tubos enrollando más el papel. ¿Los tubos nuevos forman un puente más resistente? ¿Qué tanto del cambio se debe a la reducción del radio y qué tanto se debe al aumento del grosor de los tubos?



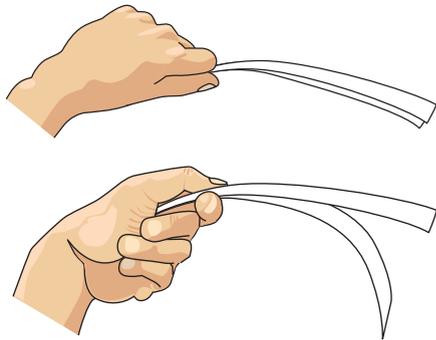
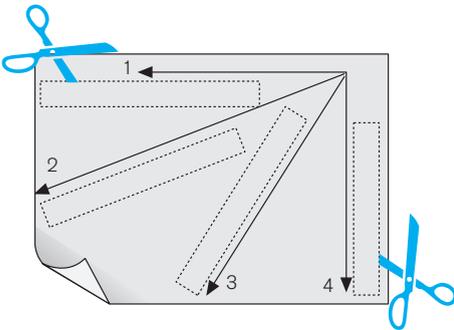
HECHOS FENOMENALES

La resistencia mecánica de un cuerpo depende de su material (compara una hoja de papel y una hoja de metal del mismo tamaño; observa también el siguiente experimento) y de la geometría del cuerpo, como los experimentos previos te permiten demostrarlo. Al doblar las hojas de metal se mejora bastante su resistencia mecánica. Diferentes tipos de dobleces pueden afectar la resistencia de un cuerpo a la flexión, tensión o torsión. Los materiales también se estructuran para absorber

los golpes. Por ejemplo, las hojas de metal usadas en los autos cada vez se hacen más delgadas. ¿Has notado que hay muchos dobleces en las carrocerías de los autos? ¿Para qué son? Observa los vasos desechables, el fondo de las botellas de plástico y los diferentes tipos de dobleces que hay en los objetos que te rodean y trata de descubrir para qué sirven. Para estudiar sus propiedades, utiliza papel para reproducir los dobleces que observes.

C. Más sobre el papel (prueba de rigidez)

De una hoja de papel, corta cuatro tiras de 2×15 cm, siguiendo el diseño de abajo. Numera las tiras y los agujeros que quedan en el papel de manera que puedas saber de dónde vienen las tiras. En todas las combinaciones coloca una tira encima de la otra y sostenlas juntas por un extremo. Después voltea la mano de manera que la tira de arriba quede abajo y la tira de abajo quede arriba. ¿Qué tira es más rígida? ¿Cómo se relaciona la rigidez relativa de la tira con la dirección en la que fue cortada de la hoja original? ¿Qué pasa con la rigidez del papel cuando se humedece?



HECHOS FENOMENALES

Si examinaras una hoja de papel con un microscopio que te permitiera “ver” los átomos, verías que varios de ellos están alineados. Los átomos forman cadenas o grupos denominados macromoléculas (moléculas gigantes) que a su vez forman fibras. Las hojas de papel comunes están formadas por una red de fibras de celulosa conectadas una con otra por puentes de hidrógeno. Una hoja de papel tiene el grosor de un cabello humano, alrededor de 100 micrones. Puedes imaginar el papel como estructura casi bidimensional con varias capas superpuestas de redes de fibras. Una hoja A4 (21 × 29.7 cm), por ejemplo, tiene alrededor de 10 millones de fibras. Las cadenas de celulosa también se conectan a las moléculas de agua a través de puentes de hidrógeno. Cuando el papel, se humedece o se moja, las moléculas de agua quedan entre las fibras y provocan la ruptura de los puentes de hidrógeno entre las cadenas de celulosa vecinas que pasan a unirse a las moléculas de agua. Por eso, el papel mojado es mucho menos rígido que el papel seco. En el proceso de fabricación del papel, las hebras de celulosa se alinean en una cierta dirección. Durante el secado, el papel que-

da más estirado en una cierta dirección y también más resistente a lo largo. Puedes demostrar de una forma muy simple que la resistencia mecánica del papel varía a lo largo de esta dirección. A partir del experimento anterior, ¿serás capaz de descubrir cómo están alineadas las fibras del papel? Recorta tiras en diferentes direcciones, escribe en ellas un número de identificación y repite la prueba de resistencia. Usa la tira más resistente del primer experimento como referencia y sustitúyela, después de cada prueba con la tira que se destaca en ella. Dibuja flechas en la hoja de papel indicando la dirección de las tiras recortadas, con la respectiva numeración (ver figura de la página anterior). Otro experimento simple consiste en rasgar una hoja de papel A4 en la dirección paralela al lado menor de la hoja comenzando a rasgar por el medio de ella. Observa como la línea de corte gradualmente se curva en dirección al lado más grande de la hoja a medida que la rasgas. Repite el experimento con una hoja de papel que haya sido arrugada y después estirada. Descubre cómo la presencia de irregularidades en la hoja, como dobleces y pliegues, afecta el recorrido del rasgado.

Un paso adelante

Realiza la prueba de rigidez sugerida en la sección C con papel reciclado u otro material, como cartulina o plástico. ¿Hay alguna diferencia importante entre el papel industrial y el papel reciclado? ¡Inténtalo con hojas de plantas también!

3. Párate sobre huevos

Pon a prueba la resistencia de los huevos:
¡descubre cómo puedes pararte sobre ellos sin romperlos!

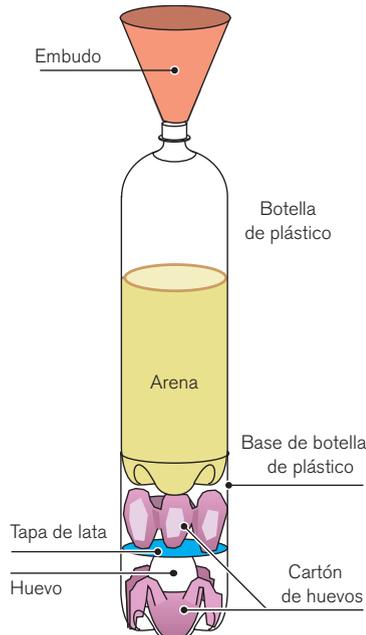
Materiales

- Cartón de huevos

- 2 botellas de plástico vacías (cilíndricas de diferente diámetro)
- Tapa de lata
- Arena
- Embudo (de papel está bien)

Paso a paso

Corta la botella más ancha, formando un contenedor de 20 cm de altura. Corta el cartón de huevos para que tengas dos piezas circulares de manera que en una quepa un huevo (“parado”). Coloca uno de estos contenedores de huevo en el fondo de la botella. Pon un huevo en éste, luego coloca encima la tapa de la lata, como se muestra en la ilustración, y coloca el segundo contenedor de huevo sobre la tapa de la lata, todo dentro de la botella de 2 litros. Luego desliza la segunda botella por encima de este contenedor de huevo y llénala poco a poco con la arena. ¿Cuánto peso puede soportar el huevo? Al saber esto, ¿cómo puedes pararte encima de unos huevos sin romperlos?



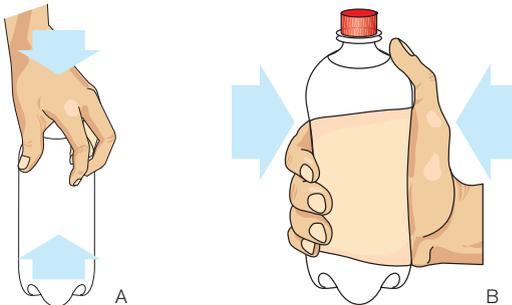
Un paso adelante

Materiales

- Botella de plástico vacía con tapa

Paso a paso

Presiona la botella hacia abajo, como se muestra en la figura A. Ahora presiona la botella por ambos lados, como se muestra en la figura B. ¿En qué caso se deformó más la botella? ¿Notas alguna semejanza entre la botella y el huevo?



HECHOS FENOMENALES

El cuello y el fondo de la botella están claramente mejor “estructurados” que los lados de la botella (el cuello y el fondo son curvos). Cuando presionas la botella como en la figura A, en realidad estás tratando de doblar los lados de la botella, como en el caso del lado “fuerte” de la regla que descubrimos en el experimento 2, *Cómo convertir lo débil en fuerte*. Al hacer esto, estás actuando sobre las partes más fuertes de la botella. En la situación de la figura B sucede lo contrario. Así como la regla, la botella tiene un lado débil. Ahora reemplaza la botella con el huevo. ¿Entiendes por qué los pollitos siempre rompen el cascarón del huevo por los lados? ¿Cómo harías para romper un

huevo? y ¿cómo se colocan los huevos en un cartón de huevos? ¿Por qué se pueden apilar varios cartones llenos de huevos? ¿Sería posible hacerlo si los huevos estuvieran acostados en el cartón? La forma del huevo por sí misma no funcionaría si el alimento de la gallina no fuera rico en calcio: el material del cascarón del huevo también es muy importante para su resistencia mecánica. Sin suficiente calcio, los cascarones de huevo serían débiles y se romperían al transportarlos. En general, los ingenieros tienen que combinar la forma (geometría) y la resistencia de los materiales que usan para hacer autos, aviones, cohetes, edificios, y muchas otras cosas.

4. Globos flacos y gordos

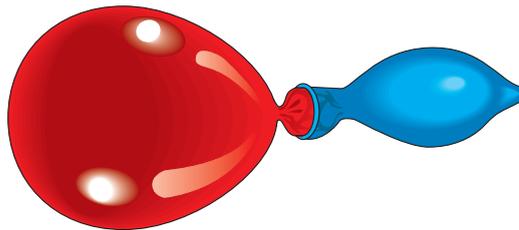
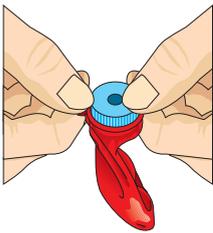
¡Descubre por qué es tan difícil inflar un globo la primera vez!

Materiales

- 2 globos
- Una tapa de plástico con un agujero en el centro o una pequeña pieza de tubo de PVC con 5-10 cm de largo y unos 2 cm de diámetro

Paso a paso

Coloca la boquilla de un globo sobre la tapa o pedazo de tubo. Infla otro globo completo y tuerce su cuello de manera que no escape el aire, pero no lo anudes. Estira el extremo de este globo sobre la tapa, de tal forma que ahora los dos globos estén conectados por la tapa. Destuerce el segundo globo, permitiendo al aire de adentro expandirse. ¿Qué pasa con el primer globo? ¿Se infló? Presiona el primer globo. Haz lo mismo con el globo que está más inflado. ¿En qué caso se requiere menos esfuerzo?



Tres pasos adelante

A. Globo doble versus globo simple

Llena un globo con aire y tuerce su cuello para evitar que el aire se escape. Con un lápiz o un bolígrafo empuja un globo dentro del otro, asegúrate que sean del

mismo tamaño. Intenta sacar el aire que hay entre los dos globos. Utiliza una bomba de aire para inflar el globo doble, de modo que su volumen sea aproximadamente igual al del globo simple y tuerce su cuello. Conecta los dos globos usando una tapa o un tubo de PVC, como en el experimento anterior. ¿Qué sucede cuando destuerces el cuello de los dos globos? ¿Cómo están al día siguiente?

B. Competencia entre globos

Haz un orificio lateral en la tapa o en medio del tubo de PVC. Conecta con la tapa o el tubo los dos globos conteniendo diferentes volúmenes de aire (tuerce el cuello de los globos para que el aire no se escape). ¿Cuál de ellos se desinfla más rápidamente cuando dejas escapar el aire? Repite el experimento usando un globo doble y uno simple, ambos con aproximadamente el mismo volumen de aire.

C. Globos redondos y cilíndricos

Imagina un globo “redondo” lleno de aire como una combinación de globos esféricos con diferentes radios, todos ellos sometidos a la misma presión, como ocurre en los “Globos gordos y flacos”. Trata de asociar sus diversas partes con el radio del globo esférico correspondiente. ¿Tus conclusiones están de acuerdo con el experimento de los globos conectados? Debido al proceso de fabricación, el grosor de los globos puede variar en algunas de sus partes. ¿Cómo afecta en su elasticidad el grosor del globo? Compara el grosor del globo vacío con el del globo lleno. ¿Por qué es difícil comenzar a inflar un globo con aire? Los extremos de un globo cilíndrico pueden ser vistos como dos semiesferas con el mismo radio de la parte cilíndrica. ¿Cuál parte del globo está más estirado, la parte cilíndrica o las semiesferas?

HECHOS FENOMENALES

Un globo lleno de aire y otro globo vacío tienen elasticidades muy diferentes. Comenzar a inflar un globo demanda más esfuerzo que inflar un globo que ya ha sido expandido un poco. Las paredes de un globo vacío son más gruesas y menos elásticas que las paredes de un globo que se ha llenado un poco. Por eso la presión de aire del globo lleno es insuficiente para hacer que el globo vacío se expanda. Esto también explica por qué es

difícil soplar cuando el globo se encuentra vacío. Imagina ahora una gota de agua como un pequeño globo lleno de agua. ¿Qué sucede cuando la colocas en contacto con una más grande? Utiliza, por ejemplo, un pedazo de pasto o un palito fino para construir un canal o un puente unido a las dos gotas. ¿En cuál de ellas la presión de agua (presión hidrostática) es mayor?

5. Pincha globos sin reventarlos

Un globo no siempre se revienta cuando lo pinchas. Encuentra su lado fuerte y su lado débil.

Materiales

- 2 o más globos de látex
- Alfiler o aguja muy afilada
- Aguja de tejer
- Cinta adhesiva



Paso a paso

Infla un globo con aire (no demasiado) y haz un nudo en el cuello de la boquilla para que el aire no escape. Con tu alfiler o aguja pincha con cuidado el globo en la parte que está cerca del cuello o en la parte de hasta arriba, como se muestra en la figura. También puedes pinchar esas partes del globo como se perfora una oreja, dejando que la aguja llegue al otro lado. Inténtalo con una aguja de tejer.

Un paso adelante

Con un alfiler o una aguja perfora la parte lateral del globo. De lo que quede del globo después de eso, perfora una parte sin estirarla. Toma otra parte y estírala con ambas manos. Pide a alguien que perforo con cuidado este pedazo.

HECHOS FENOMENALES

Cuando inflas un globo tienes que hacer un esfuerzo. Esto significa que la energía está almacenada en el globo como energía elástica y en el aire presurizado dentro del globo. En las partes más estiradas del globo, las cadenas de polímero de goma están rectas y por lo tanto más ordenadas, como el espagueti seco en una caja. Por el contrario, en las partes blandas, las cadenas de polímero se enredan al azar, como el espagueti cocido. Estos enredos son los responsables de la notable elasticidad de la goma. Cuando pinchas un globo en la parte blanda, el alfiler o la aguja puede penetrar en la goma sin rasgarla porque las moléculas de goma se alejan del

camino de la aguja sin romperse. Con cuidado quita el alfiler o aguja y revisa si el aire escapa del agujero que perforaste. La goma alrededor del alfiler o aguja se distorsiona y experimenta una gran fuerza restauradora, llena los huecos y así evita que el aire escape. Cuando pinchas un globo por su parte lateral, éste se rasga porque las ligaduras en una y otra dirección entre las moléculas se rompen más fácilmente por la fuerza del aire que sale. De esta manera, la energía elástica es liberada y las moléculas de goma rectas regresan a su forma enredada. Después de todo, la naturaleza parece preferir el azar al orden.

Dos pasos adelante

A. Anatomía de un globo

Examina cada parte de un globo inflado: el cuello, la panza y el fondo. Compara los globos redondos con los cilíndricos. ¿Qué partes están flácidas y cuales estiradas?

B. Cirugía en globos

Cubre la “panza” de un globo inflado con un pedazo de cinta adhesiva. Luego perfora con tu alfiler o aguja la parte cubierta de cinta. ¿Qué sucede con el globo ahora? ¿Por qué? ¿Está listo tu globo para la cirugía?

HECHOS FENOMENALES

Piensa en cada globo como una colección de varios globos de diferentes tamaños, con la misma presión de aire dentro de ellos. ¿El experimento anterior, *Globos flacos y gordos*, te da alguna pista de por qué diferentes partes del globo están más o menos estiradas? La panza de un globo redondo es el área

más estirada del globo. ¿Qué pasa con los globos cilíndricos? La cinta adhesiva refuerza localmente al globo de manera que cuando perforas la parte con la cinta, las áreas que la rodean no sienten el piquete. El globo sobrevive con sólo una “cirugía menor”.

6. Carrusel de elástico

Un objeto giratorio unido a una cuerda la pone tensa. Construye un sencillo medidor para determinar las fuerzas que actúan en los diferentes puntos de la cuerda.

Materiales

- 1 pieza de cuerda fuerte de 60 cm de longitud
- 2 pedazos iguales de liga de unos 16 cm de longitud
- 2 piezas de cinta de aislar negra de 4 cm cada uno
- 2 objetos negros ligeros (por ejemplo, dos pelotitas de plástico)

Paso a paso

Asegúrate de atar bien una liga a cada objeto. Ata con un nudo seguro el otro extremo de una de las ligas en el extremo de la cuerda (el extremo opuesto al que estarás sosteniendo). Luego pega un pedazo de cinta de aislar en la cuerda exactamente junto al nudo. La cinta negra deberá estar en la cuerda y no en la liga. El objeto y la cinta negros te ayudarán a ver con facilidad qué tanto se estira la liga cuando estés dando vuelta a la cuerda. Ata bien la segunda liga a la cuerda a unos 36 cm de la primera liga. Asegúrate de que las longitudes de las ligas, desde el nudo hasta el objeto, sean iguales para ambos objetos. Pega otro pedazo de cinta negra en la cuerda exactamente junto a este nudo. Ahora, sostén la cuerda cerca del segundo nudo y hazla girar una y otra vez en un plano vertical frente a una pared blanca bien iluminada. Descubre qué liga se estira más a medida que aumentas la velocidad de las vueltas. Asegúrate de que nadie resulte golpeado por los objetos que estás haciendo girar o que no salgan volando si se separan de las ligas cuando les estás dando vuelta.

