

FÍSICA, JUGUETES Y REGALOS

Rafael García Molina (rgm@um.es)

Departamento de Física, Universidad de Murcia, Apartado 4021, 30080 Murcia

Entrar a las tiendas de juguetes o de artículos de regalo siempre resulta interesante para la gran y variada cantidad de objetos que se pueden encontrar. Pero si además, observamos los artefactos que se exhiben desde la perspectiva profesional de un físico, encontraremos algunos cuyo funcionamiento está relacionado con algún principio de la física. Por eso podemos aprovechar para dar un uso pedagógico a estos objetos, además del lúdico o decorativo para el cual fueron diseñados originalmente.

La utilización de estos objetos en la docencia tiene muchas aplicaciones, ya que pueden emplearse tanto para captar la atención de los estudiantes, como para relajar el ambiente cuando el contenido de la clase está muy cargado de cuestiones formales. También pueden utilizarse los juguetes y los artículos de regalo para discutir algunos aspectos de la física que no suelen tratarse habitualmente durante un curso, o bien para organizar seminarios donde se hable de física fuera del ambiente académico, presentándola incluso como una actividad que puede llegar a ser divertida.

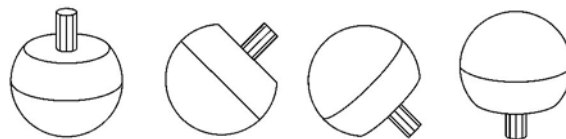
En lo que sigue presentaré algunas sugerencias para realizar actividades didácticas con diversos juguetes que son bien conocidos y se encuentran al alcance de todo el mundo. Para cada juguete, las actividades aparecen agrupadas según el campo temático en que pueden usarse, aunque hay bastantes más usos de los que yo presentaré.

Como el funcionamiento de los artículos de regalo suele ser menos evidente que el de los juguetes, en este segundo caso me centraré más en describir brevemente su base física; unas pocas palabras clave al final de cada descripción sirven de orientación para sus posibles aplicaciones didácticas.

JUGUETES

Peonzas.- [Mecánica] Al hacer girar una peonza podemos ilustrar la conservación del momento

angular, así como la precesión del eje de giro. Puede discutirse el equilibrio dinámico, ya que una peonza en reposo no mantiene la posición (prácticamente) vertical sobre su punta, en cambio, cuando está girando sí que mantiene esta posición. Hay un caso curioso de peonza que al hacerla girar con su cuerpo tocando el suelo, acaba por darse la vuelta y girar con el mango tocando el suelo; esto se debe a la fricción de la peonza con el piso, lo cual provoca un momento de fuerza que hace que la peonza se pegue la vuelta. [Óptica] Pintando una peonza con diferentes colores y diseños, pueden observarse diversos efectos ópticos, tales como la obtención del color blanco por superposición de colores, la persistencia de imágenes en la retina, etc. [Electricidad] Hay un tipo de peonza que al girarla se le enciende una lucecita y emite música, lo cual se debe a que cuando gira la peonza, se conecta un circuito eléctrico que hay en su interior.



Arcos y pistolas que disparan proyectiles con una ventosa en la punta.- [Elasticidad] Si la deformación del arco doblado (o muelle de la pistola) no es excesiva, éste recupera su forma al cesar la fuerza que aplicamos con las manos para producir la deformación; pero si esta fuerza es muy grande, seguramente se romperá el arco (o el muelle de la pistola). [Mecánica] La energía potencial elástica que está almacenada en el arco flexionado (o en el muelle de la pistola) se transforma en energía cinética de la flecha o del proyectil al dispararlos; además, si el lanzamiento es hacia arriba, la energía cinética del proyectil se transforma en energía potencial gravitatoria al llegar a la altura máxima. Observando el movimiento de estos proyectiles puede estudiarse su alcance en función del ángulo de lanzamiento; en particular, puede comprobarse que hay dos ángulos con la horizontal que proporcionan el mismo alcance y que el ángulo de 45° da el máximo alcance. [Hidrostatica] La ventosa que

tienen los proyectiles en las puntas se quedan adheridas a las superficies lisas gracias a la presión atmosférica, que produce una notable fuerza sobre la parte exterior de la ventosa, mientras que por su parte interior apenas actúa ninguna fuerza, ya que se ha expulsado el aire al golpear la ventosa contra la superficie. Puede demostrarse que cuando entra un poco de aire es muy sencillo desenganchar la ventosa, porque se igualan las presiones dentro y fuera. La saliva que a veces ponen los niños en las ventosas actúa como sello, a fin de que no se infiltre aire a través de las irregularidades que suele haber en el borde de las ventosas. Observando el peso que hace falta colgarle a una ventosa para que se separe de una superficie, puede estimarse el valor de la presión atmosférica dividiendo el valor de este peso por la superficie de la ventosa.

Coches (con o sin cuerda).- [*Mecánica*] Los coches que funcionan mediante un mecanismo de muelles ponen de manifiesto cómo la energía potencial almacenada en el muelle se transforma en energía cinética cuando el coche se pone en movimiento; si, además, hacemos que el coche ascienda por una rampa, observaremos cómo va disminuyendo la energía cinética del coche porque se va transformando en energía potencial gravitatoria. Una vez tenemos el coche encima de una rampa podemos aprovechar para dejarlo caer y ver la distancia que recorre sobre una superficie horizontal, que será mayor cuanto más elevada esté la rampa, porque así llega al final con mayor velocidad (ya que encima de la rampa tenía más energía potencial). Si colocamos sendos coches en dos rampas enfrentadas, podemos estudiar diversos tipos de colisiones al hacerlos chocar (si ponemos plastilina en la parte delantera de alguno de los coches, podemos hacer que la colisión sea inelástica, en cambio, si ponemos una buena goma, la colisión será elástica).

Globos.- La relación de actividades que pueden llevarse a término con globos es muy extensa (yo tengo contabilizadas casi cincuenta), así es que sólo mencionaré unas pocas. [*Mecánica*] El movimiento de un globo en sentido contrario al del aire que deja salir libremente es una consecuencia de la conservación del momento lineal. Si pasamos un cordel por el interior de la funda de un bolígrafo (o de una pajilla de refresco) y lo extendemos bien tenso a lo largo de una habitación o pasillo, al unirle el globo

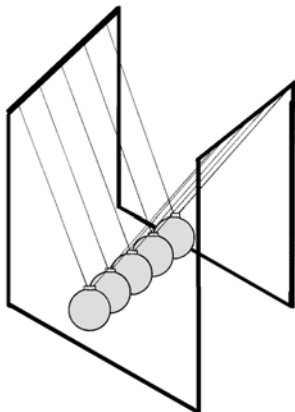
mediante cinta adhesiva y dejar salir el aire, éste se moverá siguiendo el camino recto del cordel. [*Electricidad*] Frotando un globo hinchado contra la ropa o el cabello (procurando que no estén húmedos) hacemos que se cargue eléctricamente por fricción y podemos conseguir que: (i) se quede adherido a una pared vertical o al techo (atraído por las cargas que induce), (ii) que ponga los cabellos o los pelos de los brazos de punta (porque los atrae debido a la acumulación de cargas de signo contrario que induce sobre la superficie del cuerpo al que se acerca el globo), (iii) que dos globos suspendidos de sendos hilos se repelan (si tienen el mismo tipo de cargas, porque se han frotado con el mismo tipo de objeto) o que se atraigan (si tienen cargas de distinto signo, porque se han frotado con objetos diferentes que provocan que cada globo tenga una carga neta de signo contrario). [*Termodinámica*] Observamos cómo un globo inflado se hace grande o pequeño cuando le da el sol o cuando lo colocamos dentro del frigorífico, respectivamente, y eso se debe a los efectos de la temperatura sobre la presión de un gas (aire dentro del globo, en nuestro caso). [*Teoría atómica de la materia*] Si introducimos unas gotas de un líquido oloroso (perfume, vinagre, alcohol...) dentro de un globo y lo cerramos, observaremos cómo al cabo de un tiempo huele al líquido que introdujimos, porque cuando se evapora parte del líquido, sus moléculas pueden pasar a través de los poros que hay en la membrana elástica. Puede estudiarse cómo se escapa un gas para diferentes tipos de globos y de gases olorosos. [*Fluidos*] Hinchamos dos globos hasta que tengan diferentes tamaños y los conectamos mediante un tubo que tenga una llave de paso en medio (como los de riego por goteo, por ejemplo); si abrimos la llave de paso, observaremos que (contrariamente a lo que podríamos pensar intuitivamente) el aire pasa del globo más menos hinchado al que está más hinchado.¹ Igualmente, podemos comprobar que cuesta más hinchar un globo al principio que cuando ya está un poco hinchado. Estos dos

¹ Es posible que la transferencia de aire entre dos globos conectados no funcione tal como se ha explicado en el texto y haya que practicar un poco para determinar los tamaños de los globos con los que mejor se realiza. Esto se debe a que las propiedades elásticas de los globos hinchados cambian según estén más o menos hinchados, por ello, esta experiencia no es exactamente igual que la que se realizaría con dos pompas de jabón de diferentes tamaños, cuyas propiedades superficiales son las mismas independientemente de su tamaño, con tal de que estén hechas con la misma disolución jabonosa.

fenómenos se deben a que la presión en el interior del globo es mayor cuanto menor sea su radio de curvatura (ley de Laplace-Young). [Elasticidad] Cuando pinchamos un globo con un palillo o una aguja, éste explotará; en cambio, si pinchamos el globo cerca del nudo (o en el extremo opuesto), conseguiremos introducir el palillo o la aguja sin que reviente el globo. En el primer caso, el globo explotaría porque estaríamos pinchando una zona donde la membrana elástica está muy tensa, en cambio, en el segundo caso estaríamos pinchando una zona donde la membrana elástica apenas está tensa.

REGALOS

Péndulo de ejecutivo.- También se denomina cuna o bolas de Newton. Son cinco (o más, en algunos casos) bolas idénticas cada una de las cuales cuelga de un par de hilos, de manera que todas ellas están en contacto y alineadas. Cuando se separa una de las bolas de un extremo y se deja que choque contra las otras bolas, se observa que la bola que hay en el otro extremo se pone en movimiento y alcanza la misma altura que la bola que se soltó inicialmente; mientras tanto, el resto de bolas se queda en reposo. Este ciclo de oscilaciones, en que alternativamente sale disparada una bola de cada extremo (mientras que las otras cuatro permanecen en reposo), se repite hasta que el movimiento cesa, debido a la fricción. El número de bolas que se liberan para iniciar el movimiento, determina que el mismo número de bolas que se pongan en movimiento en el extremo opuesto del conjunto, y estas últimas siempre alcanzan la misma altura que las bolas liberadas inicialmente. El comportamiento de este movimiento pendular puede explicarse aplicando la conservación del momento lineal y de la energía cinética a una secuencia de

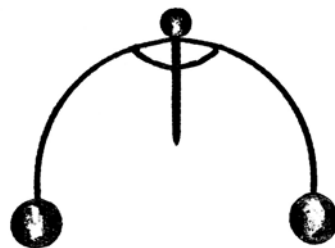


colisiones elásticas entre bolas vecinas. Si utilizamos un poco de plastilina para modificar la masa de alguna de las bolas o para hacer que se queden juntas al chocar, podremos observar cómo se altera el tipo de movimiento que acabamos de referir, de manera que el número de bolas que salen disparadas en el extremo opuesto, así como la altura que alcanzan, ya no coincide con el lanzamiento inicial.

[Colisiones. Conservación del momento lineal. Conservación de la energía]

Figuras equilibristas.- Son figuras que parecen mantenerse en un equilibrio precario, apoyadas milagrosamente en un único punto, pero que regresan a la posición original cuando intentamos perturbar este equilibrio. La estabilidad de estas figuras se basa en el hecho de que su masa está distribuida de forma que el centro de masa del sistema esté por debajo del punto de apoyo (y lo más bajo posible). Al inclinar la figura un poco en cualquier dirección estaremos elevando su centro de masa, lo cual producirá un momento de fuerzas respecto del punto de apoyo, y eso tiende a restituir el objeto a su posición de equilibrio estable. También podríamos razonar diciendo que con el centro de masa lo más bajo posible, el sistema tiene menor energía potencial gravitatoria que si el centro de masa estuviera más elevado, y es bien sabido que los sistemas tienden a estar en la situación de menor energía, que sea compatible con sus condiciones.

[Centro de masa. Equilibrio de un sólido rígido. Minimización de energía]



Termómetro de amor.- Se trata de dos bulbos de vidrio comunicados mediante un tubo estrecho, de diseño más o menos artístico; todo el sistema se dispone verticalmente. En el interior del bulbo inferior hay un líquido muy volátil coloreado. Cuando colocamos las manos en contacto con el bulbo inferior, se volatiliza líquido y aumenta la presión del vapor, el cual empuja el líquido

haciéndolo subir a través del tubo hacia el bulbo superior. El líquido ascenderá tanto más cuanto más calor le comuniquemos al bulbo inferior, por eso se relaciona un ascenso muy fuerte con el ardor propio del enamoramiento (el nivel del ascenso sería proporcional al enamoramiento). Cuando ha subido prácticamente todo el líquido al bulbo superior, se observa como si éste líquido estuviera hirviendo; pero la presencia de burbujas no se debe a la ebullición del líquido (atribuida al gran calor que desprenden las manos de una persona muy enamorada), sino a que cuando el nivel del líquido que hay en el bulbo inferior desciende hasta la altura de la boca del tubo de comunicación, comienza a pasar vapor entremezclado con el líquido que va ascendiendo, y llega al bulbo superior en forma de burbujas.

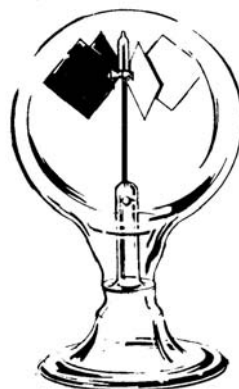
[*Relación presión-temperatura. Teoría cinético-molecular de los gases*]



Radiómetro.- Consiste en un recipiente esférico de vidrio, del cual se ha extraído (parcialmente) el aire; en su interior hay un molinillo formado por cuatro aspas de mica que pueden girar alrededor de un eje vertical; cada aspa tiene una cara ennegrecida y la otra blanca. Si incide luz sobre el radiómetro, las aspas se ponen a girar y la rotación es más rápida cuanto más intensa es la luz que llega al radiómetro. El giro se produce en el sentido que va desde la cara negra hacia la blanca de cada aspa, lo cual indica que su movimiento se debe a las colisiones que el gas residual que permanece en el recipiente efectúa contra las aspas, en lugar de ser debido a la incidencia directa de la radiación luminosa sobre las aspas. La explicación de todo esto es que la cara negra de cada aspa se calienta más que la blanca, ya que absorbe la radiación que incide (en

lugar de reflejarla, como hace la cara blanca), y las moléculas del gas que están junto a una zona más caliente (la cara negra) adquieren más energía cinética que las que hay cerca de la cara blanca. En consecuencia, se le transfiere más momento lineal a cada aspa debido a los choques que le llegan por la cara negra frente a los que le llegan por la cara blanca, y por esto el molinillo gira en el sentido que va de la cara negra hacia la cara blanca de cada aspa. De hecho, no hace falta luz visible para hacer girar las aspas del radiómetro, ya que basta con radiación calorífica. Si se introduce el radiómetro dentro de un congelador podemos observar que las aspas giran en sentido contrario al que hemos descrito anteriormente, ya que ahora la cara negra de cada aspa se enfría más rápidamente. Si dentro del radiómetro se hubiera hecho el vacío (o una presión menor que 10^{-6} atm) el molinillo giraría en sentido contrario al que acabamos de describir, porque ahora la principal transferencia de momento lineal a las aspas se debería a la luz que se refleja en las caras blancas y es absorbida en las caras negras.

[*Conservación del momento lineal. Teoría cinético-molecular de los gases*]



Pajarito bebedor.- Consiste en dos bulbos de vidrio unidos por un tubo estrecho; el bulbo inferior –más grande– corresponde al cuerpo y el bulbo superior representa la cabeza del pajarito; sus patas sostienen un eje horizontal alrededor del cual puede girar todo el sistema; en el interior de los bulbos hay un líquido muy volátil. La cabeza del pajarito está cubierta con una tela de fieltro, lo cual proporciona una mayor área para que se evapore el agua con que se ha mojado previamente en un vaso de agua. Esta evaporación refresca la cabeza del pajarito y hace disminuir la presión del vapor que hay dentro, con lo cual la presión del vapor que hay en el bulbo inferior empuja el

líquido hacia arriba, hacia donde se desplaza el centro de masa del pajarito. Como el líquido va ascendiendo por el cuerpo del pajarito, cuando su peso en la parte superior sea mayor que el de la parte inferior, éste se girará hacia adelante, colocándose en posición casi horizontal y mojando su cabeza en el vaso de agua. Pero cuando el pajarito está en esta situación, el vapor de los dos bulbos se comunica a través del tubo, se igualan las presiones y el líquido retorna al bulbo inferior, a donde se desplaza el centro de masa, de manera que el pajarito tenderá a ponerse vertical. Pero mientras tanto, la evaporación del agua que moja el fieltro de la cabeza del pajarito hace que el ciclo anterior vuelva a comenzar y el sistema oscila entre la posición cuasi vertical y la horizontal.

[Relación presión-temperatura. Teoría cinético-molecular de los gases. Centro de masa]

CONCLUSIONES

El presente trabajo no pasa de ser una colección (no exhaustiva) de propuestas didácticas y cada persona podrá extraer el provecho didáctico a cada aparato (juguete o regalo) según las circunstancias en que realice su actividad, realizando variaciones sobre las aplicaciones que

he comentado, o bien preparando nuevas actividades.

Espero que haya quedado claro que en muchas ocasiones no son necesarios equipos sofisticados para discutir algunos conceptos de física, los cuales pueden ilustrarse con objetos muy cotidianos, que están destinados a otros usos (no científicos), ya que son muchos los materiales que pueden emplearse para hablar de ciencia, en general, y de física, en particular.

Muchos de los objetos que forman parte de nuestro entorno más próximo, y a los que apenas prestamos atención, pueden ser unos excelentes elementos didácticos para suscitar en los alumnos (y en cualquier persona, en general) la curiosidad, y, hasta es posible que, el gusto por la ciencia. Basta con intentar explicar el funcionamiento de algunos objetos y aparatos familiares y “sencillos”, para que nos asombremos con la enorme cantidad de ciencia que interviene en su funcionamiento.

Estoy seguro de que a partir de ahora (si es que no lo hacíamos ya antes) miraremos los juguetes y los artículos de regalo tratando de averiguar el mecanismo de su funcionamiento y/o procurando encontrarles alguna utilidad práctica en nuestras actividades docentes.

