

Prueba Teórica



Selectivo OCCAFI 2021

SELECTIVO II: OLIMPIADA CENTROAMERICANA DE FÍSICA

El viaje de Alice y Bob (6.5 puntos)

Alice y Bob viajan hacia la OCCAFI 2021, mientras van en camino están hablando de física y haciéndose preguntas curiosas ... Alice le dice a Bob que debido a las malas condiciones de las carreteras de la localidad, sería interesante saber desde que momento debe percatarse el conductor de un bache en la carretera y frenar para evitar dañar el vehículo. Suponiendo que el conductor comienza frenar a una distancia x del bache y con una desaceleración a , Alice y Bob llegan a la conclusión que existe un valor x_{min} de manera que:

- Si $x > x_{min}$ el vehículo frenara antes de caer en el bache.
- Si $x < x_{min}$ el vehículo cae en el bache.

a) Suponiendo que la velocidad del carro es v , determine cuál fue el resultado para x_{min} que encontraron Alice y Bob.

Nota: Tenga en cuenta que la distancia x se mide desde el centro de masa de las llantas delanteras, y si ese centro pasa al bache, se considera que cae.

Ahora Alice se estaba tomando un refresco y decide lanzarlo por la ventana, en ese momento se da cuenta que el aire empuja los objetos con una fuerza contraria a la dirección del movimiento del vehículo (El cual describe un movimiento rectilíneo uniforme) y se lo cuenta a Bob ... luego de discutir un rato, ambos están de acuerdo que si se lanzan objetos por la ventana, la fuerza del viento es aproximadamente constante y perpendicular a la gravedad. Es ahí cuando deciden realizar un experimento para calcular la fuerza del viento, deciden lanzar una pelota en la dirección del vehículo (Ver figura 1) con una velocidad mucho menor que la del vehículo de manera que la fuerza del viento se mantenga aproximadamente constante y observan que esta avanza horizontalmente una distancia d , y sube hasta una altura h .

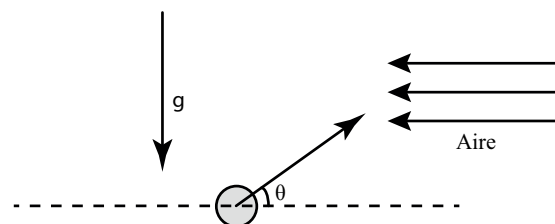


Figura 1: Lanzamiento de la pelota

b) Exprese la fuerza del viento en términos de d , h , g .

Por ultimo Alice está segura de que existen ciertos ángulos para los cuales al lanzar la pelota esta pasa por un mismo punto dos veces (Desde el punto de vista del vehículo), pero Bob está en desacuerdo y argumenta que el viento evita que esto suceda.

c) Argumente quien está en lo correcto.

Colisión de péndulos (8 puntos)

Un estudiante de olimpiadas física coloca dos bolas puntuales con masas m y $2m$ y las sujeta a dos hilos ligeros de longitud l , a continuación las sujeta como péndulos a un mismo punto sobre la pared (Ver figura 2) y los sostiene horizontalmente.

Entonces decide soltarlos y dejarlos chocar, al hacerlo se da cuenta que la colisión entre las bolas es elástica.

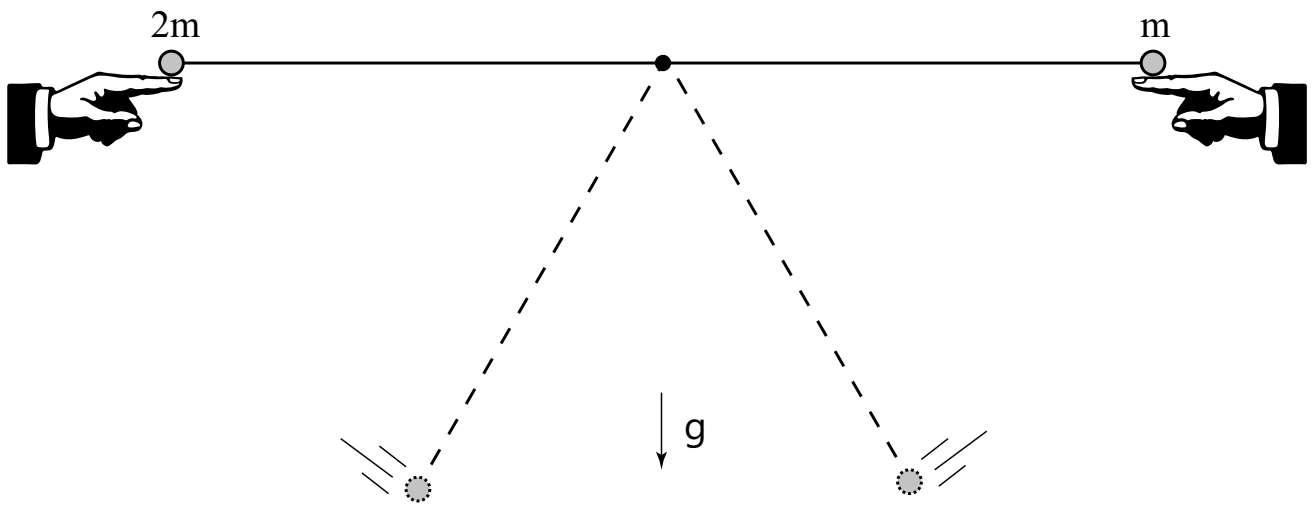


Figura 2: Péndulos sujetos horizontalmente

Con la información del experimento, se pide:

- Determine cuáles son las velocidades de las bolas justo antes de chocar.
- Encuentre cuáles serán las velocidades después de chocar.
- ¿Que altura alcanzaran la bola $2m$ después del choque?

La cárcel de asteroides (5 puntos)

El gigantesco planeta Júpiter, con su enorme atracción gravitatoria, funciona como un gran escudo que atrae a cometas y asteroides, en cierta medida protege a otros planetas interiores, actuando como una cárcel de asteroides. En este problema analizaremos como júpiter con una masa M captura a un asteroide de masa m . Tome en cuenta que $M \gg m$.

Suponga que el asteroide está muy lejos de Júpiter, tanto así que se puede considerar que esta infinitamente lejos, también para efectos de este problema, desprecie la interacción del asteroide y júpiter con otros astros. Luego de un largo tiempo, el asteroide se aproxima mucho a júpiter, haciendo que la atracción de este sea muy intensa. Defina la distancia entre el centro de Júpiter y el asteroide como d .

a) ¿Cuál es la velocidad relativa del asteroide respecto a Júpiter en términos de m , M , G y d ?.

En el camino el asteroide choca con otro asteroide a una distancia l del centro de júpiter, un pedazo sale disparado con una velocidad u , pero con la peculiaridad de que queda atrapado en una órbita elíptica.

b) Encuentre el periodo orbital del pedazo del asteroide.

Nota: La energía mecánica de un cuerpo en un trayectoria elíptica esta dada por

$$E = -\frac{GmM}{2a}$$

siendo a el semieje mayor de la elipse.

La máquina de Ada y Carlos (10.5 puntos)

Ada y Carlos deciden crear una máquina, con el objetivo de analizar el comportamiento de un disco, para ello Ada crea una rueda cilíndrica pegada al suelo de radio R , tal que el disco de masa m y radio r se coloca tocando a esta, pero sin que haya fuerza de contacto entre ellos (En otras palabras no hay fricción).

Carlos crea un sistema electromagnético que permite que el centro de masa del disco siempre se mueva con una velocidad v en una trayectoria circular. Pero Ada observa que debido a la fuerza centrífuga el disco se escapa, por lo que decide colocar la máquina dentro de un tazón cilíndrico concéntrico a la rueda, de tal forma que tenga contacto con el disco (Tal como se muestra en la figura 3), pero no pueden evitar que haya fricción que haga rotar sobre su propio eje al disco.

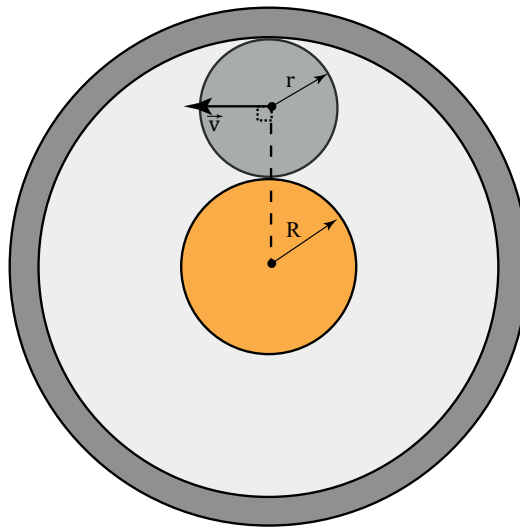


Figura 3: Máquina sobre el tazón

a) Determine que fuerza que ejerce el tazón sobre el disco.

Supongamos que Carlos enciende la máquina, y el disco no está rotando en ese momento, pero debido a la fuerza de fricción con el tazón, el disco comienza a rotar cada vez más rápido, hasta que alcanza la rotación pura (No hay deslizamientos en el punto de contacto), pero observan que se les olvidó sujetar el cascarón por lo que este también comienza a rotar (Desprecie el movimiento del centro de masa del tazón). El coeficiente de fricción de las paredes del tazón y el disco es μ y el momento de inercia del tazón es I . Desprecie todas las demás fuerzas de roce (Con el suelo del tazón, aire, etc) y suponga que la máquina es perpendicular a la gravedad, por lo que su efecto se puede despreciar.

b) Exprese las velocidades angulares ω_1 y ω_2 del disco sobre su propio eje y el cascarón respectivamente, en función del tiempo.

c) ¿Qué condiciones cumplen v , ω_1 y ω_2 cuando se alcanza la rotación pura?

d) ¿Cuanto tiempo paso desde que se encendió la máquina hasta alcanzarse la rotación pura?.