



“Un Sistema Para Resolver Problemas de Dinámica”

Dr. Guillermo Becerra Córdova
Universidad Autónoma Chapingo
Dpto. de Preparatoria Agrícola
Área de Física
Profesor-Investigador
Tel: 595 9521500 ext. 5239
E-mail: gllrmbecerra@yahoo.com

Km. 38.5 de la Carretera Federal México-Veracruz, Chapingo, Texcoco, Edo. De México.
CP. 56250

RESUMEN

En los cursos de Física, donde se incluya a la Mecánica, la Dinámica es parte esencial para explicar el movimiento de los cuerpos. El movimiento de un cuerpo queda determinado por su interacción con su medio. La interacción de un cuerpo con su medio se le denomina fuerza. Para que un cuerpo experimente una aceleración, es necesario que la fuerza que se ejerza sobre él sea diferente de cero. Si la fuerza neta sobre un cuerpo es igual a cero, el cuerpo no experimentará una aceleración y permanecerá en estado de reposo o en movimiento rectilíneo uniforme. La segunda ley de Newton establece que la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es igual a su masa multiplicada por su aceleración. Así, para una masa dada, la aceleración que experimenta un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza ejercida sobre él y, para una fuerza dada, la aceleración que experimente un cuerpo es inversamente proporcional a su masa. En este trabajo se presenta un sistema que sirve para resolver problemas de Dinámica, en los cuales se aplica la segunda ley de Newton.

Palabras Clave: Dinámica, Newton, fuerza, aceleración, masa.

ABSTRACT

In physics courses, which include Mechanics, Dynamics is an essential part to explain the movement of bodies. The motion of a body is determined by its interaction with its environment. The interaction of a body with its environment is called force. For a body experiences an acceleration, it is necessary that the force exerted on it is different from zero. If the net force on a body is equal to zero, the body will not experience acceleration and remain at rest or in uniform rectilinear motion. Newton's second law states that the vector sum of all forces acting on a body is equal to its mass times its acceleration. Thus, for a given mass, the acceleration experienced by a body is directly proportional to the force exerted on it and, for a given force, acceleration experience a body is inversely proportional to its mass. This paper presents a system used to solve dynamic problems in which applies Newton's second law.

Keywords: Dynamics, Newton, force, acceleration, mass.

1. INTRODUCCIÓN

Antes de Newton casi todos suponían que era necesaria una fuerza para mantener un objeto en movimiento. Si se desliza un objeto sobre una superficie horizontal, pronto se detendrá. Para mantenerlo en movimiento, se deberá continuar empujándolo. En efecto, es casi obvio que los objetos en movimiento, abandonados a sí mismos, se frenan y pronto se detienen. Newton descubrió que esta observación, aunque correcta, no se aplica a objetos sobre los que actúa una fuerza resultante igual a cero. Para el caso del objeto que se desliza sobre una superficie horizontal, descubrió que existe una fuerza que frena al movimiento que es la fuerza de fricción que la superficie ejerce sobre el bloque. Por lo tanto, la fuerza neta que actúa sobre el cuerpo no es cero. Newton reconoció que el bloque disminuye su velocidad y se detiene a causa de la fuerza de fricción no equilibrada. Mientras más pequeña sea una fuerza de fricción, el cuerpo disminuirá su velocidad más lentamente. Newton propuso que si están ausentes las fuerzas de fricción, los objetos que se deslizan no se detendrán, es decir, si la fuerza resultante que actúa sobre un objeto en movimiento es cero, el objeto continuará su movimiento con velocidad constante.

Cuando una fuerza neta actúa sobre un objeto de masa m y produce una aceleración a , las cantidades están relacionadas por (Resnick, R. y Halliday, D, 1980: 87):

$$F = m a \qquad 1$$

Esta conclusión es el enunciado de la segunda ley de Newton. Esta ley nos indica que cuanto mayor sea la masa del objeto, tanto mayor será la fuerza necesaria para cambiar su velocidad. En consecuencia con la segunda ley de Newton, si la fuerza neta que actúa sobre un objeto es igual a cero, un objeto en reposo permanecerá en reposo y un objeto en movimiento conservará su velocidad original.

La segunda ley de Newton forma parte de las leyes de Newton que a su vez son la parte esencial de los conceptos básicos de la Dinámica, que es la ciencia que se encarga de establecer las causas del movimiento de los cuerpos y las leyes que obedecen los cuerpos en movimiento (Beltrán, V. y Braun E., 1970: 52). Newton estableció que en ausencia de fuerzas un cuerpo no alterará su estado, es decir, si está en reposo, permanecerá en reposo. Aunque escape a nuestro sentido común, lo mismo se puede afirmar de un cuerpo que se mueva con velocidad constante y describiendo una trayectoria rectilínea; éste permanecerá así mientras no haya una fuerza que altere su estado. Para un cuerpo que haya sido afectado por una fuerza, ese estado se romperá apareciendo con ello un cambio de rapidez o un cambio en la trayectoria

del movimiento del cuerpo si originalmente se desplazaba con movimiento rectilíneo uniforme, o pueden aparecer ambos efectos simultáneamente.

2. PLANO INCLINADO

La segunda ley de Newton establece que la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, es igual al producto de la masa del cuerpo por la aceleración que experimente. En consecuencia, para identificar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo sobre un plano inclinado, se dibuja un diagrama por separado del cuerpo aislado, mostrando un marco de referencia y todas las fuerzas que actúan sobre él. Este diagrama se le conoce como Diagrama de Cuerpo Libre (Resnick, R. y Halliday, D, 1980: 99).

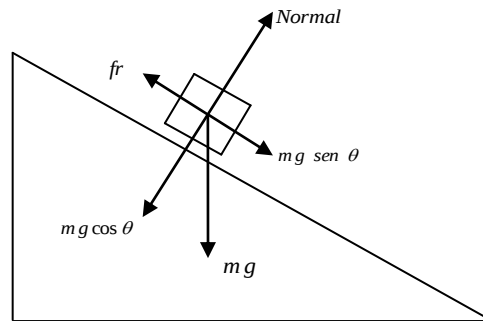


Figura 1. Plano Inclinado.

La figura 1 muestra las fuerzas a las que está sujeto el bloque que se encuentra sobre el plano inclinado. Solo son tres las fuerzas que actúan sobre el bloque: el peso, la normal y la fricción. El peso se ha descompuesto en sus componentes normal y tangencial al plano.

La ecuación de las fuerzas que actúan sobre el bloque en la dirección paralela al plano es:

$$m g \sen \theta - fr = ma \quad 2$$

Donde $m g \sen \theta$ es la componente del peso en la dirección paralela al plano, fr es la fuerza de fricción entre el bloque y el plano, y a es la aceleración con la que se moverá el bloque.

Por otra parte, la fuerza de fricción puede ser calculada por medio de la siguiente expresión:

$$fr = \mu N \quad 3$$

N es la fuerza normal y es la fuerza que ejerce el plano sobre el bloque, μ es el coeficiente de fricción entre el plano inclinado y el bloque. Esta ecuación nos indica que la fuerza de fricción es igual al coeficiente de fricción multiplicado por la fuerza Normal.

De igual forma, podemos ver en el diagrama que la componente del peso en la dirección perpendicular al plano y la fuerza normal, se equilibran. Es decir, la fuerza neta sobre el bloque

en esta dirección es cero. Matemáticamente esta afirmación puede ser expresada por medio de la siguiente ecuación:

$$N - m g \cos \theta = 0 \quad 4$$

Donde $m g \cos \theta$ es la componente del peso en la dirección perpendicular al plano inclinado. Esta ecuación nos indica que ambas fuerzas están en equilibrio. Si no fuese así, la fuerza neta sería diferente de cero, provocando una aceleración sobre el bloque en la dirección perpendicular al plano.

Sustituyendo la ecuación 4 en la 3 y el resultado los sustituimos en la ecuación 2, concluimos que la aceleración con la que se moverá el bloque es:

$$a = g (\sin \theta - \mu \cos \theta) \quad 5$$

Si el coeficiente de fricción es igual a cero, la aceleración con la que se moverá el bloque sobre el plano inclinado corresponderá a (Bueche, F., 1990: 50):

$$a = g \sin \theta \quad 6$$

Así, observamos que la aceleración con la que se moverá un bloque sobre un plano inclinado y sin fricción, va a depender de la aceleración de la gravedad y del ángulo que forme el plano con la horizontal.

Si la fuerza de fricción es mayor que la componente del peso en la dirección paralela al plano, la aceleración del bloque será igual a cero, por lo que el bloque no se moverá. Así, la ecuación para este caso se expresa de la siguiente manera:

$$m g \sin \theta - fr = 0 \quad 7$$

Sustituyendo la ecuación 4 en la 3 y el resultado los sustituimos en la ecuación 7, concluimos que el coeficiente de fricción es igual a (Beltrán V. y Braun E., 1970: 44):

$$\mu = \tan \theta \quad 8$$

De esta forma, el coeficiente de fricción para un bloque que comienza a deslizarse sobre un plano inclinado es igual a la tangente del ángulo que forma el plano con la horizontal.

3. MÁQUINA DE ATWOOD

Este método es utilizado para calcular la tensión en la cuerda y la aceleración con la que se moverán dos objetos de diferente masa que estén atados a la cuerda que pasa por una polea sin fricción y masa despreciable. Dicho dispositivo se le conoce como máquina de Atwood. La figura 2 muestra un dispositivo similar. Para conocer la tensión en la cuerda y la aceleración con la que se moverán los bloques, es necesario establecer diagramas de cuerpo libre para cada

uno de los bloques en la máquina de Atwood. En la figura 2 se muestran las fuerzas que actúan en cada bloque. En cada bloque actúa la tensión y su peso.

En este caso se antepondrá un signo positivo a la aceleración si el cuerpo se desplaza hacia arriba y un signo negativo en caso contrario. Las fuerzas que actúan sobre m_1 y m_2 se muestran en la figura 2 en la cual T representa la tensión en los extremos de la cuerda. La ecuación de las fuerzas para m_1 es:

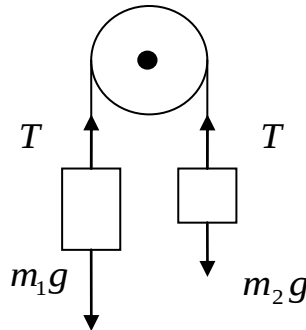


Figura 2. Máquina de Atwood.

$$T - m_1g = -m_1a \quad 9$$

Y para m_2 se tiene:

$$T - m_2g = m_2a \quad 10$$

Con m_1 mayor a m_2 .

Estas ecuaciones nos indican que la tensión es menor que el peso del cuerpo de masa m_1 y que la tensión es mayor que el peso del cuerpo de masa m_2 ; en consecuencia, el bloque de masa m_1 caerá y el bloque de masa m_2 subirá. Combinando ambas ecuaciones, tenemos (Resnick R. y Halliday D., 1980: 102):

$$a = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2} g \quad 11$$

Y

$$T = \frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \quad 12$$

Estos resultados son válidos si la masa de la polea y la fricción son despreciables. Para el caso en que esta condición no se cumpla, encontraríamos que la tensión en cada extremo de la cuerda sería diferente. En la ecuación 11, nótese que el valor de la aceleración con la que se moverán los bloques siempre será menor o igual que la aceleración de la gravedad. En el caso

extremo en que la masa m_2 sea igual a cero, el bloque de masa m_1 bajará con la aceleración de la gravedad. Si ambas masas son iguales, la aceleración de los bloques será igual a cero. La ecuación 12 nos indica que la magnitud de la tensión es siempre intermedia entre el peso de masa m_1 y el de masa m_2 . Este resultado parece razonable ya que la tensión debe ser menor que el peso del bloque de masa m_1 para proporcionar a m_2 una aceleración hacia arriba, en tanto que m_1 debe ser mayor que la tensión para proporcionar una aceleración hacia abajo. En el caso en que ambas masas sean iguales, la tensión es igual a los pesos de los bloques.

4. PLANO HORIZONTAL

En la figura 3 se muestra un bloque colocado sobre un plano horizontal. El bloque está unido a otro que se haya suspendido. Se desea saber con qué aceleración se moverán los bloques al dejar caer el bloque que se encuentra suspendido. Para ello, necesitamos conocer las fuerzas que actúan en cada uno de ellos.

Sobre el bloque de masa m_1 actúan la tensión, la normal, la fricción y su peso. Sobre el bloque de masa m_2 actúa la tensión y su peso.

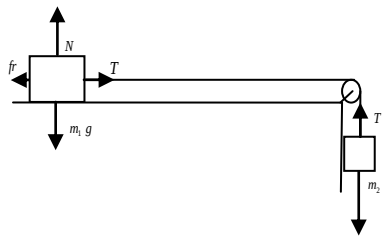


Figura 3. Plano Horizontal.

La ecuación de las fuerzas que actúan sobre m_1 son:

$$T - fr = m_1 a \quad 13$$

$$N - m_1 g = 0 \quad 14$$

Y

$$fr = \mu N \quad 15$$

Para m_2 se tiene:

$$T - m_2 g = -m_2 a \quad 16$$

Combinando las ecuaciones 13, 14, 15 y 16, obtenemos (Bueche, F, 1990: 51):

$$a = \frac{(m_2 - \mu m_1)}{m_1 + m_2} g \quad 17$$

Y

$$T = \frac{m_1 m_2 (1 + \mu)}{m_1 + m_2} g \quad 18$$

La ecuación 17 nos indica que los bloques se podrán mover si el peso del bloque de masa m_2 es mayor que la fuerza de fricción que actúa sobre el bloque de masa m_1 . En consecuencia, si la fricción es mayor, los bloques permanecerán estáticos. Este hecho nos permite afirmar que el coeficiente de fricción entre el bloque de masa m_1 y la superficie puede ser encontrado experimentalmente al aumentar lentamente el valor de la masa m_2 hasta que los bloques comiencen a moverse. Así, el coeficiente de fricción podrá calcularse por medio de la siguiente expresión:

$$\mu = \frac{m_2}{m_1} \quad 19$$

Es decir, el coeficiente de fricción es igual al cociente de la masa m_2 entre la masa m_1 , cuando los bloques comiencen a moverse.

La ecuación 18 nos indica que la tensión de la cuerda va a ser mayor conforme aumente el valor de las masas de los bloques y el coeficiente de fricción estático.

5. RESULTADOS

En la figura 4 se muestra la ventana principal del sistema que se elaboró como resultado del proyecto.



Figura 4. Ventana principal del sistema.

En ella se muestran cuatro botones de comando. Uno de ellos corresponde al Plano Inclinado, el otro al Plano Horizontal, el siguiente a la Máquina de Atwood y Salir del programa. Al escoger la opción Plano Inclinado aparecerá otra ventana como la mostrada en la figura 5.

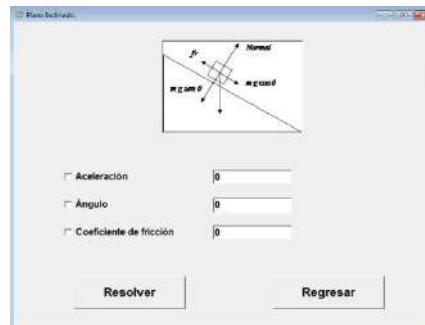


Figura 5. Ventana correspondiente al Plano Inclinado.

Las cajas de texto sirven para introducir los valores de la aceleración, del ángulo de inclinación del plano inclinado y del coeficiente de fricción entre el plano y el bloque. A manera de ejemplo, suponga que queremos conocer la aceleración con la que se moverá un bloque en un plano inclinado si el ángulo que forma con la horizontal es de 40 grados y el coeficiente de fricción entre el bloque y el plano es de 0.3. La figura 6 muestra los datos que se han introducido al sistema, junto con las cajas de opción seleccionadas. Después hacer click sobre el botón **Resolver**, el sistema calculará la aceleración con la que se deslizará el bloque. La figura 6 muestra estos resultados. Observe en la figura que la aceleración con la que se deslizará el bloque es de 4.05 m/s^2 .

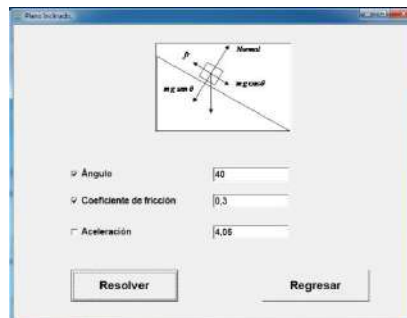


Figura 6. Ventana que muestra el valor de la aceleración.

Al escoger la opción Plano Horizontal de la figura 4, aparecerá otra ventana como la mostrada en la figura 7.

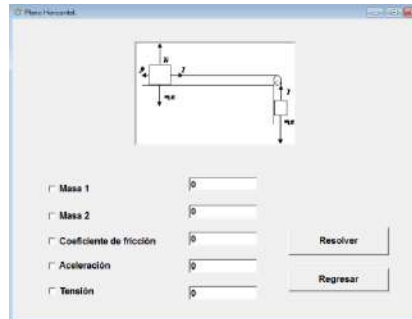


Figura 7. Ventana correspondiente al Plano Horizontal.

Las cajas de texto se diseñaron para introducir los valores de las masas de los bloques, del coeficiente de fricción, de la aceleración y de la tensión. Para cada una de las masas y coeficientes de fricción, el sistema mostrará el valor de la aceleración con la que se moverán los bloques y la tensión en la cuerda que los une.

Suponga que queremos conocer la tensión en la cuerda y la aceleración con la que se moverán los bloques si la masa de los bloques es de 5 y 10 kg y el coeficiente de fricción es de 0,5. Al introducir estos datos en las cajas de texto correspondientes y marcar los datos que son necesarios para calcular la aceleración y la tensión en la cuerda, observamos que la aceleración con la que se moverán los bloques es de 4.91 m/s^2 y la tensión en la cuerda es de 49,05 N. Observe la figura 8.

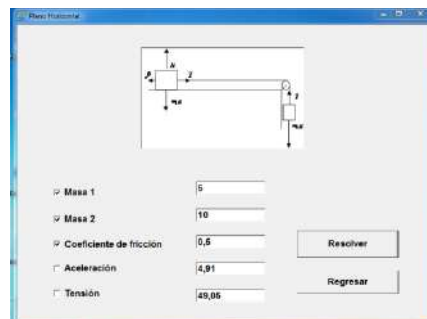


Figura 8. Ventana que muestra la aceleración y la tensión.

Finalmente, al escoger la opción Máquina de Atwood de la figura 4, aparecerá otra ventana como la mostrada en la figura 9.

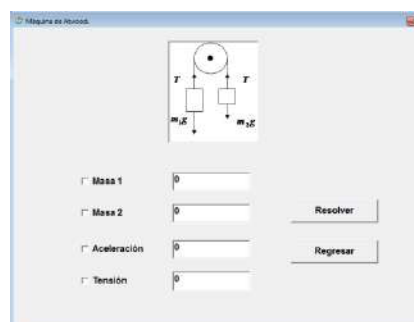


Figura 9. Ventana correspondiente a la Máquina de Atwood.

Las cajas de texto se diseñaron para introducir los valores de las masas de los bloques. Supongamos que las masas de los bloques son de 5 y 10 kg, entonces al introducir estos datos en las cajas de texto correspondientes y marcar los datos en las cajas de opción, veremos que la aceleración con la que se moverán los bloques y la tensión en la cuerda es de 3.27 m/s^2 y 65.4 N , respectivamente. Observe estos resultados en la figura 10.

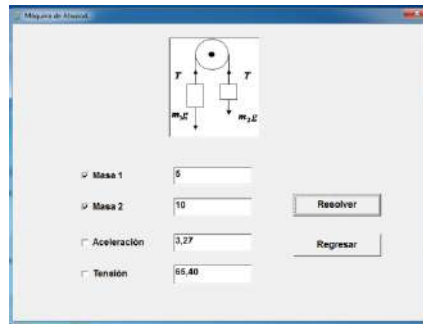


Figura 10. Ventana que muestra la aceleración y la tensión.

El sistema fue desarrollado en Visual Basic que es un lenguaje de propósitos generales que sirve para crear aplicaciones para Windows basado en el lenguaje Basic, QBasic o QuickBasic y en la programación orientada a objetos (Ceballos, F., 1997: 319).

6. CONCLUSIONES

El sistema:

- Resuelve problemas relacionados con temas de Dinámica.
- Puede ser utilizado para obtener y comprobar resultados.
- Por su portabilidad es posible usarlo en Educación a Distancia.
- Sirve de apoyo a la labor docente y tutorial.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Beltrán V. y Braun E. (1970) *Principios de Física*. México, D. F.: Trillas.
2. Buche, F. J. (1990) *Física General*. México, D. F.: McGRAW-HILL.
3. Ceballos F. J. (1997) *Enciclopedia de Visual Basic 4*. México, D. F.: Alfaomega Grupo Editor.
4. Resnick, R. y Halliday, D. (1980) *Física Vol. I*. México, D. F.: CECSA.