

# Informe Práctica N° 10

## Teorema Trabajo - Energía

Grupo 1 (Subgrupo 1)

**Realizado por:**

Bryan Mendoza

**Integrantes:**

Bryan Mendoza

Mauricio González

*Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Ecuador*

[bsteven.mendoza7@ucuenca.edu.ec](mailto:bsteven.mendoza7@ucuenca.edu.ec)

[mauricio.gonzalezr@ucuenca.edu.ec](mailto:mauricio.gonzalezr@ucuenca.edu.ec)

**Resumen—** El presente informe describe las observaciones obtenidas durante el procedimiento experimental en el laboratorio de física, referente al Teorema Trabajo - Energía. En el cual se realizó 1 corrida, en la cual por medio de una cuerda que pasa por una polea, atamos un carro a una masa colgante; que al soltarlo, genera una fuerza capaz de desplazar el carro, con el fin de apreciar el Teorema Trabajo - Energía.

Posteriormente se midieron y obtuvieron los datos de fuerza, desplazamiento, velocidad, energía cinética y trabajo del carro, mediante la interfaz de PASCO. Estos datos nos sirvieron para analizar, interpretar y comprobar sus principios, por medio de la aplicación de la teoría y fórmulas respectivas al Teorema Trabajo - Energía.

### I. OBJETIVOS

- Evidenciar el Teorema del Trabajo
- Medir la energía cinética de un cuerpo

### II. INTRODUCCIÓN

El propósito de este experimento es comparar el trabajo realizado sobre un objeto con el cambio de la energía cinética del que experimenta el mismo.

Utilizar el Sensor de Fuerza para medir la fuerza aplicada al carrito. Utilizar el Sistema Foto compuerta/Polea para medir el movimiento del carrito mientras este es halado por el peso de una masa colgante.

Utilizar DataStudio para registrar y mostrar la fuerza, movimiento, trabajo realizado y los cálculos de la energía cinética. Comparar el trabajo realizado con el cambio de energía cinética.

### III. MARCO TEÓRICO

Para un objeto de masa que experimenta una fuerza neta a lo largo de una distancia paralela a la fuerza neta, la ecuación indica el trabajo realizado.

$$W = F_{net} d$$

Si el trabajo cambia la posición vertical del objeto, la energía potencial gravitacional del objeto cambia. Sin embargo, si el trabajo cambia solamente la velocidad del objeto, la energía cinética del objeto cambia como se muestra en la segunda ecuación, en la que  $W$  es el trabajo,  $v_f$  es la velocidad final del objeto y  $v_i$  es la velocidad inicial del objeto.

$$W = \Delta KE = KE_f - KE_i = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

#### IV. INSTRUCCIONES

1. Instalar la interface PASCO, el ordenador, y arrancar *DataStudio*.

2. Conectar el Sensor de Fuerza y la Foto compuerta a la interface.

3. Abrir el archivo de *DataStudio* file: **32 Work and Energy.ds**.

· El archivo de *DataStudio* muestra gráficos de Velocidad y Energía Cinética y Fuerza vs Distancia. El archivo calcula la energía cinética basada en la masa total y la velocidad. El Sensor de Fuerza ponerlo a 50 Hz.

1. Utilice el tornillo de mariposa que viene con el Sensor de Fuerza para montar el sensor en el carrito de PASCO. Incluya una masa de barra en el carrito.

2. Medir la masa total del carrito, Sensor de Fuerza, y masa de la barra. Convertir la masa a Kilogramos y registrar el valor en la sección Lab Report.

3. Coloque la pista sobre una superficie horizontal. Nivelar la pista colocando el carrito en la pista. Si el carro se desplaza en un sentido o en otro, utilice el

tornillo de nivelación en un extremo de la pista para subir o bajar, hasta que la pista esté nivelada y el carrito ya no se desplace.



Fig. 1: Colocación de carro en la pista

· Nota: Es importante conseguir la nivelación de la pista para mejores resultados.

4. Utilizar el dispositivo de montaje de polea para sujetarla a la fotoc compuerta.

5. Coloque la Abrazadera de Mesa Universal al final de la pista. Montar el sistema polea/fotocompuerta de modo que el borde de la polea esté aproximadamente a la misma altura del gancho del Sensor de Fuerza que está montado en el carrito.

6. Coloque el tope final con imanes más o menos a 1 cm en frente de la fotoc compuerta y la polea. Colocar el carro de manera que los imanes del carro y los del tope se rechacen entre ellos.

7. Utiliza una sección de cuerda de unos 10 cm más larga que la distancia que existe entre el tope de la polea y el piso. Conecte un extremo de la cuerda al gancho del sensor de fuerza. Coloque la cuerda en el canal de la polea.

8. Coloque un soporte colgante de masa al otro extremo de la cuerda de tal manera que este apenas esté encima del piso cuando el carro esté en el tope final.

9. Colocar una masa conocida (e.g., 15-g) en el soporte colgante. Pesar el soporte colgante y la masa. Convertir la masa a kilogramos y registrar el valor.

10. Sumar las masas juntas para hallar la masa total del sistema. Registrar la masa total.

· Para los cálculos de energía cinética utilizar la masa total del sistema.

12. Click el botón “Calculate” para abrir la ventana “Calculator”. Ingresar el valor de la masa total y aceptar. Cerrar la ventana luego de ingresar la masa.

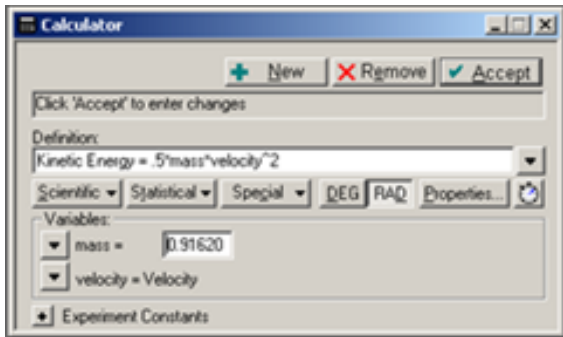


Fig. 2: Configuración de la calculadora de la interfaz

13. Pulse el botón de encendido del sensor.

V. MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Cantidad	Items	Número de parte
1	Interfaz PASCO (para dos sensores)	
1	Sensor de Fuerza	CI-6746
1	Sistema Foto compuerta/Polea	ME-6838
1	1.2 m Pista Dinámica	ME-9435A
1	Carrito dinámico	ME-9430
1	Balance	SE-8723
1	Set de masas colgantes	ME-9348
1	Abrazadera de mesa universal	ME-9376B
1.2 m	Cuerda	SE-8050



Fig. 3: Sensor de fuerza, carro, polea y cuerda.



Fig. 4: Colocación de todos los instrumentos: sensor de fuerza, carro, polea y cuerda.

VI. PROCEDIMIENTO

1. Alejar el carrito de la foto compuerta de modo que la masa y el extremo de la cuerda apenas esté debajo de la polea.

2. Cuidar que la cuerda atada al sensor de fuerza pueda moverse libremente. Click ‘Start’. Suelte el carrito para que este se mueva hacia la fotocompuerta.

3. Click ‘Stop’ justo antes de que el carrito alcance el tope final.

· La siguiente sección indica como analizar los datos.

Análisis

1. Examinar el gráfico de la velocidad y energía cinética. Click el menú “Statistics” y seleccione “Maximum”. El valor bajo “Max” en el gráfico de energía cinética es la energía cinética final. Registre el valor de la energía cinética.

2. Examinar el gráfico de fuerza versus distancia. El área bajo la curva fuerza-distancia es el trabajo realizado. Seleccione la región de fuerza versus distancia que corresponde cuando el carro está en movimiento. Click

en el menú “Statistics” y seleccione “Area”. El valor en el cuadro de leyenda es el área bajo la curva. Registre el valor.

## VII. RESULTADOS

**Tabla de datos**

Ítem	Valor
Masa del carrito, sensor de fuerza, y 2 barras	0.856 kg
Soporte colgante y masa	0.020 kg
Masa total	0.876 Kg
Energía cinética (final)	0.130 J
Trabajo (área bajo la curva fuerza-distancia)	0.159 N•m

### Cálculos

Calcular la diferencia en porcentaje entre energía cinética (final) y trabajo realizado (área bajo la curva fuerza-distancia).

$$K = \frac{1}{2}mv_f^2 = \frac{1}{2}(0.876 \text{ kg})(0.55 \text{ m/s})^2 = 0.130 \text{ J}$$

$$W = F \cdot d = (0.24 \text{ N})(0.662)(\cos 180) = 0.159 \text{ N} \cdot \text{m} = 0.159 \text{ J}$$

$$|K - W| = |0.130 \text{ J} - 0.159 \text{ J}| = 0.029 \text{ J}$$

$$0.029 * 100 = 2.9\%$$

Ítem	Valor
Diferencia	2.9 %

### 6. ¿Por qué el gráfico de fuerza vs posición no es uniforme? explicar.

El gráfico fuerza - posición no es uniforme porque, de acuerdo a los datos obtenidos de la fuerza mediante PASCO, esta no es constante ni cambia de forma lineal; razón por la cual el gráfico presenta máximos y mínimos

### 7. La energía cinética es medida en julios y el trabajo realizado es medido en newton – metros (N•m). ¿Cuál es la relación entre un julio y un newton-metro?

En la física, la unidad estándar para medir la energía y el trabajo realizado es el **joule**, que se denota por el símbolo J. En mecánica, 1 joule es la energía que se transfiere cuando se aplica una fuerza de 1 newton sobre un objeto y lo desplaza una distancia de 1 metro.

### 8. ¿Cómo se compara la máxima energía cinética con el trabajo realizado (área bajo la curva)?

Si la partícula parte del reposo, como es el caso de este experimento, entonces el trabajo es igual a la máxima energía cinética alcanzada por el carro, debido al teorema trabajo - energía.

### 9. ¿Cuáles son las fuentes de error en este experimento?

En este experimento acerca del teorema trabajo - energía, hemos podido comprobar que tanto en lo práctico y aplicando las fórmulas teóricas, el resultado es muy similar, por lo que hubo un margen de error relativamente pequeño.

Estos errores, pueden ser debido a la precisión y exactitud de las herramientas utilizadas como los sensores, la interfaz o la calibración de estos instrumentos antes de empezar el experimento.

### 10. ¿Cuál es la relación entre el cambio de energía cinética y trabajo?

El trabajo realizado entre dos puntos por la resultante de las fuerzas que actúan sobre una partícula es igual al incremento de la energía cinética entre dichos dos puntos

Es decir, si se hace un trabajo positivo sobre la partícula, su energía cinética aumenta, esto es, se mueve más rápido. Si por contra el trabajo es negativo, oponiéndose

al movimiento, la energía cinética disminuye y la partícula se mueve más despacio.

### 11. ¿Cómo puede saber cuándo el trabajo está siendo realizado?

El trabajo es la cantidad de energía transferida de un sistema a otro mediante una fuerza cuando se produce un desplazamiento. Entonces si la partícula se está desplazando debido a una fuerza, podemos estar seguros que el trabajo está siendo efectuado.

### TRABAJO PREVIO

#### - Definir y explicar el Teorema del Trabajo. Exponer dos ejemplos.

El teorema trabajo-energía, establece que el trabajo realizado por la suma de todas las fuerzas que actúan sobre una partícula equivale al cambio en la energía cinética de la partícula. Esta definición se puede extender a cuerpos rígidos definiendo el trabajo del par y la energía cinética rotacional.

El teorema del trabajo - energía establece también que la velocidad de la partícula aumentará si el trabajo neto hecho sobre ella es positivo, puesto que la energía cinética final será mayor que la inicial. La velocidad disminuirá si el trabajo neto es negativo porque la energía cinética final será menor que la inicial. La velocidad y la energía cinética de una partícula cambian sólo si el trabajo sobre la partícula lo hace una fuerza externa.

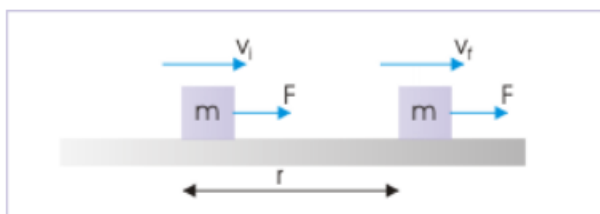


Fig. 5: Teorema Trabajo - Energía

La energía cinética del bloque aumenta como resultado por la cantidad de trabajo. Esta relación se generaliza en el teorema trabajo-energía.

El trabajo  $W$  realizado por la fuerza neta sobre una partícula equivale al cambio en la energía cinética de la partícula  $KE$ :

$$W = \Delta KE = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

Donde  $v_i$  y  $v_f$  son las velocidades de la partícula antes y después de la aplicación de la fuerza, y  $m$  es la masa de la partícula.

#### Ejemplos:

1) Empujar una caja: Al dar una fuerza a la caja, ésta empieza a moverse hasta el punto en donde la persona decida detenerse. En este caso, el trabajo realizado sería igual a la energía cinética final menos la energía cinética inicial.



Fig. 6: Empujar caja

2) Pasar el balón al ras del piso: Al patear el balón, este empieza a desplazarse, por lo cual está realizando trabajo hasta que se detenga. En este caso, igualmente el trabajo total es igual a la energía cinética final menos la energía cinética inicial.



Fig. 7: Patear el balón por el ras del piso

- Un cuerpo móvil de 2.5 Kg es sometido a un régimen de fuerza, conforme se desplaza, de acuerdo con la figura siguiente. Si su velocidad inicial fue de 5 m/s, determinar su velocidad a los 12m de desplazamiento.

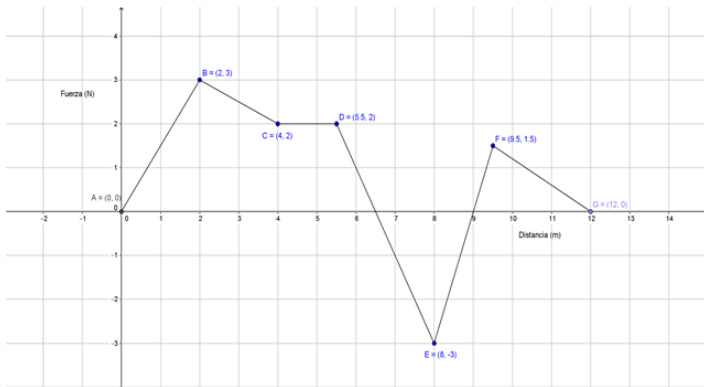


Fig. 8: Gráfico fuerza - posición del cuerpo móvil

$$W_{(0,2)} = \frac{2 * 3}{2} = 3 J \quad W_{(2,4)} = \frac{2 * 1}{2} + 2^2 = 1 + 4 = 5 J$$

$$W_{(4,6.5)} = 1.5 * 2 + \frac{1 * 2}{2} = 3 + 1 = 4 J$$

$$W_{(6.5,8)} = \frac{1.5 * (-3)}{2} = -2.25 J \quad W_{(8,9)} = \frac{1 * (-3)}{2} = -1.5 J$$

$$W_{(9,9.5)} = \frac{0.5 * 1.5}{2} = 0.38 J \quad W_{(9.5,12)} = \frac{2.5 * 1.5}{2} = 1.88 J$$

$$W_T = 3J + 5J + 4J - 2.25J - 1.5J + 0.38J + 1.88J = 10.51J$$

Por el Teorema Trabajo - Energía

$$W_T = K_2 - K_1$$

$$W_T = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$W_T = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_0^2)$$

$$\frac{2W_T}{m} = v_f^2 - v_0^2$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2W_T}{m} + v_0^2} = \sqrt{\frac{2(10.51 J)}{2.5 kg} + (5 m/s)^2} = \sqrt{8.41 \frac{m^2}{s^2} + 25 \frac{m^2}{s^2}}$$

$$v_f = \sqrt{33.41 \frac{m^2}{s^2}} = 5.78 \frac{m}{s}$$

La velocidad del cuerpo móvil a los 12m de desplazamiento es de 5.78 m/s.

## VIII. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el presente informe con un detallado análisis, experimentación y cálculos, pudimos comprender a fondo la importancia del teorema Trabajo - Energía, el cual es de gran utilidad ya que al relacionar la energía cinética para encontrar el trabajo, ayuda a encontrar nuevas variables de gran importancia en el movimiento de una partícula, las cuales no se podrían calcular mediante la fórmula general del trabajo que es fuerza por distancia. Debido a lo expuesto, el teorema tratado, amplía el conocimiento y nos facilita el cálculo de datos relacionado a la cinemática.

También hemos podido apreciar la precisión de la fórmula del teorema Trabajo - Energía, ya que los resultados obtenidos en el laboratorio, y los calculados teóricamente son iguales.



## IX. BIBLIOGRAFÍA

[1] Sears, F. Z. (2004). *Física universitaria vol. 1*. México: Pearson Educación.

[2] “¿Qué son la energía y el trabajo? (artículo) | Khan Academy.”

<https://es.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/a/what-is-work> (accessed Dec. 29, 2022).

[3] “Trabajo y energía (GIE).” [http://laplace.us.es/wiki/index.php/Trabajo\\_y\\_energ%C3%A1a\\_\(GIE\)](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Trabajo_y_energ%C3%A1a_(GIE)) (accessed Dec. 29, 2022).



Fig. 11: Masa del carro con el sensor de fuerza encima

## X. ANEXOS



Fig. 9: Nivelación de la pista

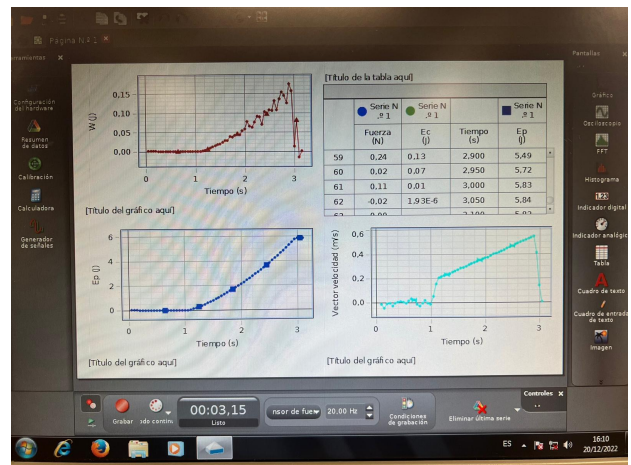


Fig. 12: Obtención de datos del experimento sobre Teorema Trabajo - Energía



Fig. 10: Masa de las pesas que fueron encima del carro