

UADE – Departamento de Ciencias Básicas

Introducción a la Física– 3.1.045

Guía de problemas Nro: 4
Trabajo y energía

Bibliografía sugerida:

Básica

- Resnick, Robert y Halliday, David y Krane, Kenneth S. *Física*; Edición: 5a ed. México: Patria, c2007. 2 v.: il. ISBN: 97897024025729789702403265.
- Serway, Raymond y Vuille, Chris. *Fundamentos de Física*. Novena edición, Vol 1 y Vol 2.. México: Cengage 1230p. ISBN 13-978-607481781-2.

Complementaria

- Tipler, Paul Allen. *Física para la ciencia y la tecnología*; 6ta ed. Barcelona: Reverté, c2010. vol.1. ISBN: 9788429144284.
- Bueche, Frederick J. *Física para estudiantes de ciencias e ingeniería*; 3. ed. en español México, D.F.: McGraw Hill, 1992. ISBN: 9789684221161.
- Sears, Francis W. y Zemansky, Mark W. y Young, Hugh D. *Física universitaria*; 6a ed. en español Delaware: Addison Wesley Iberoamericana, 1988. xxi, 1110 p. ISBN: 9780201640137.

Objetivo de la guía:

- Lograr que los alumnos puedan comprender los conceptos de trabajo realizado por fuerzas conservativas y no conservativas y su relación con la energía mecánica del punto material.
- Que los estudiantes puedan analizar la validez del principio de conservación de la energía mecánica en diferentes situaciones.

Nota: en todos los casos se considera $g = 10 \text{ m/s}^2$

Ejercicio 1

Un bloque de 3,5 kg es empujado 2,1 m a lo largo de una mesa horizontal sin fricción por una fuerza constante de 18 N dirigida 35° por debajo de la horizontal. Calcular el trabajo efectuado por:

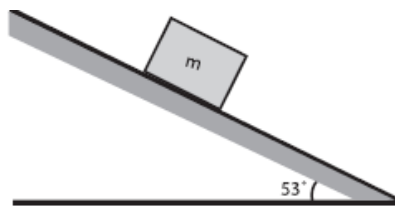
- a) La fuerza aplicada.
- b) La fuerza normal ejercida por la mesa.
- c) La fuerza de la gravedad.
- d) La fuerza neta sobre el bloque.

Rtas.: a) 30,96 J; b) 0; c) 0; d) 30,96 J.

Ejercicio 2

Un bloque de 3000 N de peso resbala por el plano inclinado sin rozamiento como muestra la figura.

Realizar el diagrama de cuerpo libre y calcular el trabajo realizado por cada una de las fuerzas realizado sobre el bloque para lograr un desplazamiento de 0,5 m.



Rtas.: W (normal) = 0; W (peso) = 1197,95 J.

Ejercicio 3 (Considerar: 1 C.V. = 0,986 H.P. = 735,5 Watt)

Una grúa levanta 20000 kg a 18 m del suelo en 10 s, expresar la potencia empleada en: a) CV; b) Kw; c) HP.

Rtas: a) 489,5 CV; b) 360 Kw; c) 482,6 HP.

Ejercicio 4

Un motor de 120 C.V. y cuyo rendimiento es de 0,7 es capaz de levantar un bulto de 3 toneladas hasta 25 m, ¿Cuál es el tiempo empleado?

Rta: 12,1 s

Ejercicio 5 (PROBLEMA RESUELTO AL FINAL DE LA GUÍA)

Demuestre que cuando un cuerpo atado a una cuerda se mueve en una circunferencia vertical, la tensión en la cuerda, cuando el cuerpo se encuentra en el punto más bajo (T_1), excede a la tensión, cuando se halla en el punto más alto (T_2), en 6 veces el peso del cuerpo ($T_1 = T_2 + 6 mg$).

Ejercicio 6

Un bloque de 5 kg es empujado 1,50 m sobre una superficie horizontal, mediante una fuerza horizontal $F = 5 \vec{K}g$. El coeficiente cinético entre el bloque y la superficie es de 0,20. Realizar el diagrama del cuerpo libre.

- a) ¿Qué trabajo ha realizado la fuerza F?
- b) ¿Cuál es el trabajo de la fuerza de rozamiento?
- c) ¿Cuál es el incremento de energía cinética?

Rtas. a) $W_F = 7,5 \text{ Kgm}$; b) $W_{fr} = - 15 \text{ J}$; c) $\Delta E_c = 5,97 \text{ Kgm}$.

Ejercicio 7

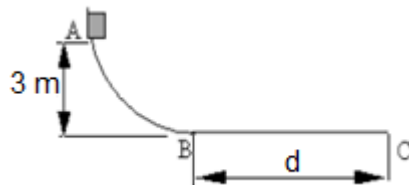
Un cuerpo desliza hacia abajo, partiendo del reposo, sobre una pista curva sin rozamiento que es un cuadrante de circunferencia de radio $R = 1 \text{ m}$.

- Hallar su velocidad en el punto más bajo de la pista.
- Suponiendo ahora que la pista tiene rozamiento, calcular el trabajo realizado por la fuerza de roce sobre el cuerpo si el mismo tiene una masa de 5 kg y llega a la base con una velocidad de 2 m/s .

Rta.: a) $4,47 \text{ m/s}$; b) $W_{fr} = -40 \text{ J}$

Ejercicio 8 (PROBLEMA RESUELTO AL FINAL DE LA GUÍA)

El objeto de la figura tiene 2 kg de masa y parte del reposo desde una altura de 3 m , describiendo primero una trayectoria circular AB sin fricción y a continuación una trayectoria horizontal con fricción, $\mu = 0,15$, hasta detenerse por completo en C .



Responder:

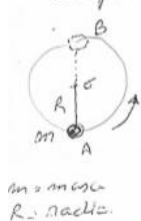
- ¿Qué velocidad lleva el cuerpo cuando pasa por el punto B?
- ¿Cuánto mide la distancia BC ?
- ¿Con qué velocidad habría que tirarlo desde A para que la distancia d sea de 30 m ?

Rtas.: a) $7,75 \text{ m/s}$; b) 20 m ; c) $5,48 \text{ m/s}$.

PROBLEMAS RESUELTOS

Demuestre que cuando un cuerpo atado a una cuerda se mueve en una circunferencia vertical, la tensión en la cuerda, cuando el cuerpo se encuentra en el punto más bajo (T_1), excede a la tensión, cuando se halla en el punto más alto (T_2), en 6 veces el peso del cuerpo ($T_1 = T_2 + 6mg$).

1. Cuerpo describiendo rizo vertical.



↓ DCL en A

$$\begin{aligned} \Sigma F &= m \cdot a_c \\ T_1 - P &= m \cdot a_c \\ T_1 &= m \cdot a_c + mg \\ T_1 &= mg + m \frac{v_1^2}{R} \quad (1) \end{aligned}$$

↓ DCL en B

$$\begin{aligned} \Sigma F &= m \cdot a_c \\ T_2 + P &= m \cdot a_c \\ T_2 &= m \cdot a_c - mg \\ T_2 + mg &= m \frac{v_2^2}{R} \quad (2) \end{aligned}$$

Como el sistema es conservativo, la E_m es constante

$$\begin{aligned} E_{mA} &= E_{mB} \\ E_{CA} + 0 &= E_{CB} + E_{PB} \\ \frac{1}{2} m v_1^2 &= \frac{1}{2} m v_2^2 + m g \cdot 2R \\ v_1^2 &= v_2^2 + 4gR \quad (3) \end{aligned}$$

Reemplazando (3) en (1)

$$\begin{aligned} T_1 &= m \cdot g + m \cdot \frac{v_2^2 + 4gR}{R} \\ T_1 &= m \cdot g + m \frac{v_2^2}{R} + m \frac{4gR}{R} \\ T_1 &= m \frac{v_2^2}{R} + 5mg \end{aligned}$$

por (2)

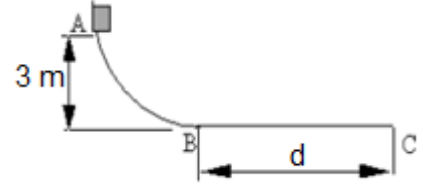
$$T_1 = T_2 + mg + 5mg$$

$$T_1 = T_2 + 6mg$$

T_1 excede por 6 veces el peso mg a T_2

El objeto de la figura tiene 2 kg de masa y parte del reposo desde una altura de 3 m, describiendo primero una trayectoria circular AB sin fricción y a continuación una trayectoria horizontal con fricción, $\mu=0,15$, hasta detenerse por completo en C. Responder:

- a) ¿Qué velocidad lleva el cuerpo cuando pasa por el punto B?
 b) ¿Cuánto mide la distancia BC?
 c) ¿Con qué velocidad habría que tirarlo desde A para que la distancia d sea de 30m?



Rtas.: a) 7,75 m/s; b) 20 m; c) 5,48 m/s.

a) Trayecto AB. En A tiene $v_A=0$ y $h_A=3m$, así que su energía mecánica es toda potencial gravitatoria. El trayecto AB no tiene rozamiento y es conservativo, así que $E_{MA}=E_{MB}$

$$E_{KA} + E_{PA} = E_{KB} + E_{PB}$$

$$0 + m \cdot g \cdot h_A = \frac{1}{2} m v_B^2 + 0 \text{ pues } h_B=0$$

$$m \cdot g \cdot h_A = \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$v_B = \sqrt{2gh_A} \Rightarrow v_B = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 3m} \Rightarrow \boxed{v_B = 7,75 \frac{m}{s}}$$

Rta. pasa por B con 7,75 m/s.

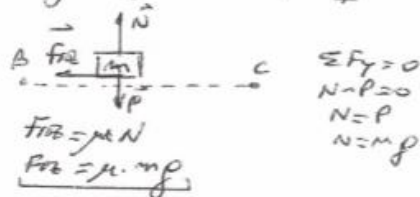
b) Trayecto BC. En B posee velocidad $v_B = 7,75 \frac{m}{s}$, sin altura h_B , así que toda su energía mecánica es cinética. En C se detiene, $v_C=0$ y $h_C=0$. En el tramo BC hay rozamiento, así que el tramo es no conservativo

$$W_{froz} = E_{CC} - E_{CB}$$

$$F(froz) \cdot d_{BC} \cdot \cos 180^\circ = 0 - \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$\mu \cdot m \cdot g \cdot d_{BC} \cdot (-1) = -\frac{1}{2} m v_B^2$$

$$d_{BC} = \frac{v_B^2}{2\mu g} \Rightarrow d_{BC} = \frac{(7,75 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 0,15 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} \Rightarrow \boxed{d_{BC} = 20m}$$



Rta La distancia BC es de 20 m.

c) Ahora en A tiene $v_A=?$ y altura $h_A=3m$. y la $d_{BC}=30m$.

$$E_{MC} - E_{MA} = W_{froz}^{AC}$$

$$0 - (E_{CA} + E_{PA}) = F_{froz} \cdot d_{AC} \cdot \cos 180^\circ$$

$$\therefore (E_{CA} + E_{PA}) = \mu m g \cdot d_{BC} \cdot (-1)$$

$$\frac{1}{2} m v_A^2 + m g h_A = \mu m g \cdot d_{BC}$$

$$m \cdot (\frac{1}{2} v_A^2 + g h_A) = \mu m g \cdot d_{BC}$$

$$\frac{1}{2} v_A^2 = \mu g d_{BC} - g h_A$$

$$v_A = \sqrt{2g(\mu d - h_A)}$$

$$v_A = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot (0,15 \cdot 30m - 3m)}$$

Rta La velocidad en A debería ser

$$\boxed{v_A = 5,48 \frac{m}{s}}$$