

## Examen No. 2 - Paralelo A

NOMBRE: \_\_\_\_\_ CALIFICACIÓN: \_\_\_\_\_

Asignatura: Leyes Físicas III - Fecha: 15 de mayo de 2018 - Créditos: 10 puntos a ponderarse.

### PARTE A - 40 minutos:

Escoja la respuesta correcta a cada una de las siguientes preguntas y justifique brevemente su selección en el espacio en blanco asignado a cada pregunta.

1. (0.5 puntos)

¿Qué sucede con la energía mecánica de un objeto en movimiento si no todas las fuerzas aplicadas sobre él son conservativas?

- A. Aumenta
- ☒ B. Disminuye
- C. Permanece constante
- D. Se conserva
- E. Se duplica

Las fuerzas no conservativas hacen trabajo negativo.

2. (0.5 puntos)

Para cuadruplicar la energía cinética de una partícula, su rapidez debe:

- A. Reducirse a la mitad
- ☒ B. Duplicarse
- C. Cuadruplicarse
- D. Aumentarse en un 25%
- E. Reducirse en un 25%

$$K_2 = 4K_1$$
$$\Rightarrow \frac{1}{2} m v_2^2 = 2 m v_1^2$$
$$\Rightarrow v_2^2 = 4 v_1^2 \Rightarrow v_2 = 2 v_1 //$$

3. (0.5 puntos)

Una persona de 62 kg camina a una rapidez de  $2 \text{ m s}^{-1}$ . ¿Cuál es el módulo de su cantidad de movimiento?

- ☒ A.  $124 \text{ kg m s}^{-1}$
- B. 124 N
- C.  $124 \text{ kg m s}^{-2}$
- D.  $248 \text{ kg m s}^{-1}$
- E.  $248 \text{ kg m s}^{-2}$

$$p = |\vec{p}| = |m \vec{v}| = m v = 62 \text{ kg} \times 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$
$$\Rightarrow p = 124 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} //$$

4. (0.5 puntos)

Un jugador de hockey, que pesa 72 kg (sin casco), se encuentra inicialmente en reposo sobre una pista de hielo sin fricción. El jugador se quita el casco de 1.5 kg y lo arroja horizontalmente, por lo cual, el jugador retrocede con una velocidad de  $-0.3 \vec{i} \text{ m s}^{-1}$  en dirección contraria a la del lanzamiento. ¿Con qué velocidad fue arrojado el casco?

- A.  $+6.25 \times 10^{-3} \vec{i} \text{ m s}^{-1}$
- ☒ B.  $+14.4 \vec{i} \text{ m s}^{-1}$
- C.  $-14.4 \vec{i} \text{ m s}^{-1}$
- D.  $+160 \vec{i} \text{ m s}^{-1}$
- E.  $+32.4 \vec{i} \text{ m s}^{-1}$

$$\vec{p}_0 = 0 \quad \vec{p}_f = \underbrace{m_j \vec{v}_j}_{\text{jugador}} + \underbrace{m_c \vec{v}_c}_{\text{casco}}$$
$$\Rightarrow \Delta \vec{p} = 0 \Rightarrow \vec{p}_f - \vec{p}_0 = 0 \Rightarrow m_j \vec{v}_j + m_c \vec{v}_c = 0$$
$$\Rightarrow \vec{v}_c = - \frac{m_j}{m_c} \vec{v}_j = - \frac{72 \text{ kg}}{1.5 \text{ kg}} (-0.3 \vec{i} \frac{\text{m}}{\text{s}}) = 14.4 \vec{i} \frac{\text{m}}{\text{s}} //$$

5. (0.5 puntos)

Una bomba eléctrica es capaz de elevar 500 kg de agua a una altura de 25 m en 50 s. ¿Cuál es la potencia útil de la bomba?

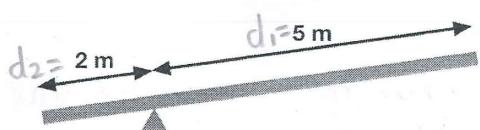
- A. 122500 J
- B. 2450 J
- ☒ C. 2450 watt
- D. -2450 watt
- E. 98 watt

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = \frac{mgd}{t}$$

$$\Rightarrow P = \frac{500 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 25 \text{ m}}{50 \text{ s}} = 2450 \text{ watt} //$$

6. (0.5 puntos)

¿Cuál es la ventaja mecánica ideal de la palanca de la figura a continuación?



- A. 0.4
- B. 0.3
- C. 3.5
- D. 1.4
- ☒ E. 2.5

$$R_I = \frac{d_1}{d_2} = \frac{5 \text{ m}}{2 \text{ m}} = 2.5 //$$

7. (0.5 puntos)

Un sistema masa-resorte horizontal con movimiento armónico simple (M.A.S.) tiene máxima velocidad en:

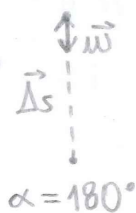
- A. La máxima elongación
- B. La amplitud
- C. La mitad de la amplitud
- D. Un tercio de la amplitud
- ☒ E. La posición de equilibrio

*K se maximiza en la posición de equilibrio*

8. (0.5 puntos)

Un cuerpo de 15 kg se eleva desde el piso hasta una altura de 10 m sobre él. Calcule el trabajo realizado por el peso del cuerpo en ese trayecto.

- ☒ A. -1470 J
- B. +1470 J
- C. -150 J
- D. +150 J
- E. 0 J



$$W = -mgh$$

$$W = -15 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 10 \text{ m}$$

$$W = -1470 \text{ J} //$$

9. (1 punto)

Deduzca una expresión para la fuerza  $\vec{F}$  aplicada sobre una partícula, cuya función de energía potencial en dos dimensiones viene dada por:  $U(x, y) = x^3 y^2 - x^2 + y$  [J]

$$\vec{F} = -\vec{\nabla} U$$

$$\Rightarrow \vec{F} = -\left(\frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j}\right) U = -\frac{\partial U}{\partial x} \vec{i} - \frac{\partial U}{\partial y} \vec{j}$$

$$\Rightarrow \vec{F} = -\frac{\partial}{\partial x} (x^3 y^2 - x^2 + y) \vec{i} - \frac{\partial}{\partial y} (x^3 y^2 - x^2 + y) \vec{j} \text{ [N]}$$

$$\Rightarrow \vec{F} = (-3x^2 y^2 + 2x) \vec{i} - (2x^3 y + 1) \vec{j} \text{ [N]} //$$

NOMBRE: \_\_\_\_\_

PARTE B - 1 hora 20 minutos:

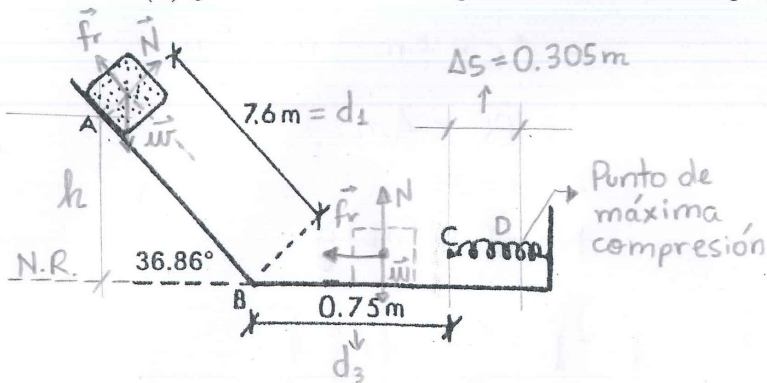
Resuelva los siguientes problemas y exprese las respuestas en unidades SI.

10. (2.5 puntos)

Un bloque de 30.6 kg de masa desliza desde el reposo hacia abajo del plano inclinado y después sobre un plano horizontal (ver figura), hasta ser detenido por un resorte. Si el resorte es comprimido 30.5 cm por el bloque y el coeficiente de rozamiento cinético en ambos planos es  $\mu_k = 0.2$ :

(a) Determinar la constante  $k$  del resorte.

(b) ¿Se conserva la energía mecánica del bloque en el trayecto A-C?



Altura:

$$h = d_1 \sin(36.86^\circ)$$

$$\Rightarrow h = 4.56 \text{ m}$$

Distancia Horizontal:

$$d_2 = d_3 + \Delta s = 1.055 \text{ m}$$

Fuerzas en A-B:

$$N_1 = w \cos(36.86^\circ) = 239.94 \text{ [N]}$$

Energías:

a) En A:  $K_A = 0$

$$U_{gA} = mgh$$

$$U_{eA} = 0$$

Fuerzas en B-D:

$$N_2 = w = 299.88 \text{ [N]}$$

$$U_{gD} = 0$$

$$U_{eD} = \frac{1}{2} k \Delta s^2$$

Ecuación de Conservación:

$$\Delta E_{MAD} = W_{frAB} + W_{frBD} \Rightarrow E_{mD} - E_{mA} = -f_{rAB} \cdot d_1 - f_{rBD} \cdot d_2$$

$$\Rightarrow U_{eD} - U_{gA} = -\mu_k N_1 d_1 - \mu_k N_2 d_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} k \Delta s^2 - mgh = -\mu_k (N_1 d_1 + N_2 d_2)$$

$$\Rightarrow k = \frac{mgh - \mu_k (N_1 d_1 + N_2 d_2)}{\frac{1}{2} \Delta s^2} = 20198.21 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

↑  
Reemplazo  
valores

b) No se conserva porque existe rozamiento.

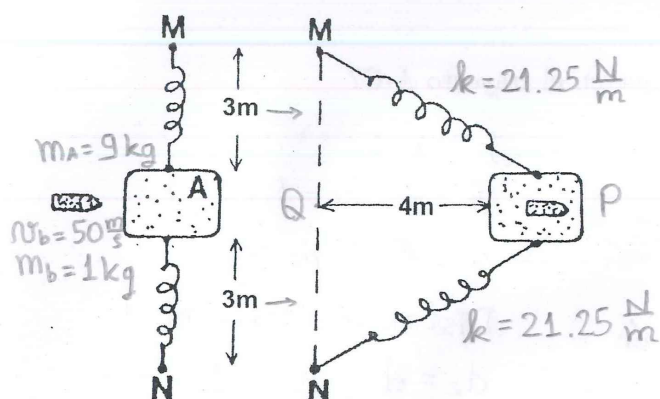


11. (2.5 puntos)

Un bloque A de 9 kg está ligado a dos resortes idénticos de longitud normal 3 m y de constante  $21.25 \text{ N m}^{-1}$ . El bloque está en reposo sobre una mesa rugosa y los dos resortes están sujetos a la mesa en M y N. Una bala de 1 kg golpea al bloque A con una rapidez de  $50 \text{ m s}^{-1}$  y se incrusta en él. Con el impacto, el conjunto bala-bloque se mueve hacia la derecha una distancia de 4 m como se indica en la figura.

(a) Calcular el coeficiente de rozamiento entre el bloque y la mesa.

(b) ¿Qué tipo de choque se produjo?



Distancias :

$$\overline{MP} = \overline{NP} = 5 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \Delta s = 5 \text{ m} - 3 \text{ m} = 2 \text{ m}$$

$$d = \overline{PQ} = 4 \text{ m}$$

Fuerzas:

$$N = (m_A + m_b) g$$

a) Analizamos el choque:  $\Delta \vec{p} = 0 \Rightarrow \vec{p}_f - \vec{p}_0 = 0 \Rightarrow \vec{p}_f = \vec{p}_0$

$$\Rightarrow (m_A + m_b) \vec{v}_{Ab} = m_b \vec{v}_b$$

$$\Rightarrow \vec{v}_{Ab} = \frac{m_b \vec{v}_b}{(m_A + m_b)} = 5 \hat{x} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Analizamos energías entre Q y P:  $\Delta E_{\text{mef}} = W_{\text{roz}}$

$$\Rightarrow \Delta E_{\text{mef}} = -f_r \cdot d \Rightarrow E_{\text{mef}} - E_{\text{mef}} = -\mu_k \cdot N \cdot d \Rightarrow (*)$$

$$\text{En Q: } K_Q = \frac{1}{2} (m_A + m_b) v_{Ab}^2$$

$$\text{En P: } K_P = 0$$

$$U_{gQ} = 0$$

$$U_{gP} = 0$$

$$U_{eQ} = 0$$

$$U_{eP} = \frac{1}{2} k \Delta s^2 + \frac{1}{2} k \Delta s^2$$

$$(*) \Rightarrow U_{eP} - K_Q = -\mu_k N d \Rightarrow k \Delta s^2 - \frac{1}{2} (m_A + m_b) v_{Ab}^2 = -\mu_k N d$$

$$\Rightarrow \mu_k = \frac{2 k \Delta s^2 - (m_A + m_b) v_{Ab}^2}{-2 N d} = 0.102 //$$

Reemplazo  
valores

b) El choque es perfectamente inelástico porque ambos cuerpos se mueven juntos al final.

## Examen No. 2 - Paralelo B

NOMBRE: \_\_\_\_\_ CALIFICACIÓN: \_\_\_\_\_

Asignatura: Leyes Físicas III - Fecha: 18 de mayo de 2018 - Créditos: 10 puntos a ponderarse.

### PARTE A - 40 minutos:

Escoja la respuesta correcta a cada una de las siguientes preguntas y justifique brevemente su selección en el espacio en blanco asignado a cada pregunta.

1. (0.5 puntos)

¿Qué sucede con la energía mecánica de un objeto en movimiento si no todas las fuerzas aplicadas sobre él son conservativas?

- A. Se duplica
- B. Aumenta
- ☒ C. Disminuye
- D. Permanece constante
- E. Se conserva

Las fuerzas no conservativas hacen trabajo negativo.

2. (0.5 puntos)

Para cuadruplicar la energía cinética de una partícula, su rapidez debe:

- A. Cuadruplicarse
- B. Aumentarse en un 25%
- C. Reducirse en un 25%
- D. Reducirse a la mitad
- ☒ E. Duplicarse

$$\begin{aligned}K_2 &= 4K_1 \\ \Rightarrow \frac{1}{2} m v_2^2 &= 2 m v_1^2 \\ \Rightarrow v_2^2 &= 4v_1^2 \Rightarrow v_2 = 2v_1\end{aligned}$$

3. (0.5 puntos)

Una persona de 52 kg camina a una rapidez de  $2 \text{ m s}^{-1}$ . ¿Cuál es el módulo de su cantidad de movimiento?

- A. 104 N
- ☒ B.  $104 \text{ kg m s}^{-1}$
- C.  $104 \text{ kg m s}^{-2}$
- D.  $208 \text{ kg m s}^{-1}$
- E.  $208 \text{ kg m s}^{-2}$

$$\begin{aligned}p &= |\vec{p}| = |m\vec{v}| = mv = 52 \text{ kg} \times 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ \Rightarrow p &= 104 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}\end{aligned}$$

4. (0.5 puntos)

Un jugador de hockey, que pesa 72 kg (sin casco), se encuentra inicialmente en reposo sobre una pista de hielo sin fricción. El jugador se quita el casco de 1.5 kg y lo arroja horizontalmente, por lo cual, el jugador retrocede con una velocidad de  $-0.3 \hat{i} \text{ m s}^{-1}$  en dirección contraria a la del lanzamiento. ¿Con qué velocidad fue arrojado el casco?

- A.  $+6.25 \times 10^{-3} \hat{i} \text{ m s}^{-1}$
- ☒ B.  $+14.4 \hat{i} \text{ m s}^{-1}$
- C.  $-14.4 \hat{i} \text{ m s}^{-1}$
- D.  $+160 \hat{i} \text{ m s}^{-1}$
- E.  $+32.4 \hat{i} \text{ m s}^{-1}$

$$\begin{aligned}\vec{p}_0 &= 0 & \vec{p}_f &= \underbrace{m_j \vec{v}_j}_{\text{jugador}} + \underbrace{m_c \vec{v}_c}_{\text{casco}} \\ \Rightarrow \Delta \vec{p} &= 0 \Rightarrow \vec{p}_f - \vec{p}_0 = 0 \Rightarrow m_j \vec{v}_j + m_c \vec{v}_c = 0 \\ \Rightarrow \vec{v}_c &= -\frac{m_j}{m_c} \vec{v}_j = -\frac{72 \text{ kg}}{1.5 \text{ kg}} (-0.3 \hat{i} \frac{\text{m}}{\text{s}}) = 14.4 \hat{i} \frac{\text{m}}{\text{s}}\end{aligned}$$

5. (0.5 puntos)

Una bomba eléctrica es capaz de elevar 500 kg de agua a una altura de 25 m en 50 s. ¿Cuál es la potencia útil de la bomba?

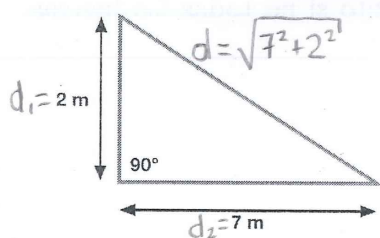
- A. 122500 J
- ☒ B. 2450 watt
- C. 2450 J
- D. -2450 watt
- E. 98 watt

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = \frac{mgd}{t}$$

$$\Rightarrow P = \frac{500 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 25 \text{ m}}{50 \text{ s}} = 2450 \text{ watt} //$$

6. (0.5 puntos)

¿Cuál es la ventaja mecánica ideal del plano inclinado de la figura a continuación?



- A. 3.50
- B. 0.29
- C. 7.28
- D. 1.04
- ☒ E. 3.64

$$R_I = \frac{d}{d_1} = \frac{7.28}{2}$$

$$\Rightarrow R_I = 3.64 //$$

7. (0.5 puntos)

Un sistema masa-resorte horizontal con movimiento armónico simple (M.A.S.) tiene máxima velocidad en:

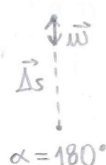
- A. La máxima elongación
- B. La amplitud
- C. La mitad de la amplitud
- D. Un tercio de la amplitud
- ☒ E. La posición de equilibrio

*K se maximiza en la posición de equilibrio*

8. (0.5 puntos)

Un cuerpo de 15 kg se eleva desde el piso hasta una altura de 10 m sobre él. Calcule el trabajo realizado por el peso del cuerpo en ese trayecto.

- A. +1470 J
- ☒ B. -1470 J
- C. +150 J
- D. -150 J
- E. 0 J



$$W = -mg h$$

$$W = -15 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 10 \text{ m}$$

$$W = -1470 \text{ J} //$$

9. (1 punto)

Deduzca una expresión para la fuerza  $\vec{F}$  aplicada sobre una partícula, cuya función de energía potencial en dos dimensiones viene dada por:  $U(x, y) = x^2 y^4 - 2x$  [J]

$$\vec{F} = -\vec{\nabla} U$$

$$\Rightarrow \vec{F} = -\left(\frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j}\right) U = -\frac{\partial U}{\partial x} \vec{i} - \frac{\partial U}{\partial y} \vec{j}$$

$$\Rightarrow \vec{F} = -\frac{\partial}{\partial x} (x^2 y^4 - 2x) \vec{i} - \frac{\partial}{\partial y} (x^2 y^4 - 2x) \vec{j} \text{ [N]}$$

$$\Rightarrow \vec{F} = (-2xy^4 + 2) \vec{i} - (4x^2 y^3) \vec{j} \text{ [N]} //$$

NOMBRE: \_\_\_\_\_

PARTE B - 1 hora 20 minutos:

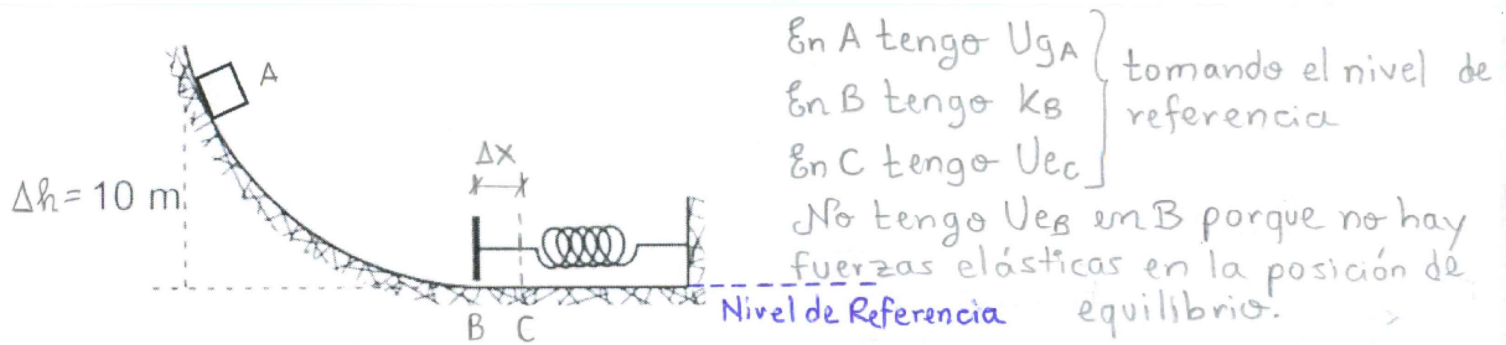
Resuelva los siguientes problemas y exprese las respuestas en unidades SI.

10. (2.5 puntos)

Un bloque con una masa de 8 kg se deja libre, a partir del reposo, sobre la rampa curva y lisa de la figura de abajo. Al pie de la rampa se instala un resorte de constante  $k = 400 \text{ N m}^{-1}$ .

(a) Calcular la velocidad del bloque cuando pasa por la posición de equilibrio del resorte.

(b) Calcular la distancia máxima que se comprime el resorte.



a) No hay rozamiento  $\Rightarrow \Delta E_{mAB} = 0 \Rightarrow E_{mB} - E_{mA} = 0$

$$\Rightarrow E_{mA} = E_{mB} \Rightarrow U_{gA} = K_B \Rightarrow mg\Delta h = \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{2g\Delta h} = \sqrt{2 \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 10 \text{ m}} = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}} //$$

b) Tampoco hay rozamiento  $\Rightarrow \Delta E_{mBC} = 0 \Rightarrow E_{mC} - E_{mB} = 0$

$$\Rightarrow E_{mB} = E_{mC} \Rightarrow K_B = U_{ec} \Rightarrow \frac{1}{2} m v_B^2 = \frac{1}{2} k \Delta x^2$$

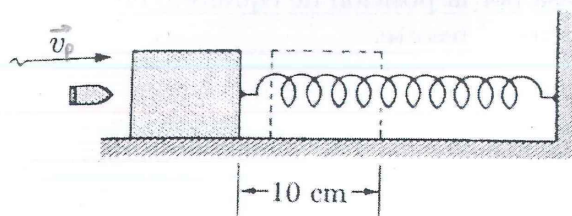
$$\Rightarrow \Delta x = \sqrt{\frac{m}{k}} v_B = \sqrt{\frac{8 \text{ kg}}{400 \text{ N m}^{-1}}} \times 14 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1.98 \text{ m} //$$



11. (2.5 puntos)

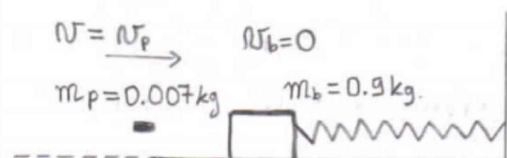
Una bala de rifle, de masa 10 g, choca contra un bloque de masa 990 g que se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal lisa, y queda incrustada en él. El bloque está unido a un resorte en hélice, como se indica en la figura, y el choque comprime el resorte 10 cm. Si la constante del resorte es  $k = 10^5 \text{ dy cm}^{-1}$ :

- (a) Calcular la velocidad de la bala antes del choque.  
(b) ¿Qué tipo de choque se produjo?



b) Se produce un choque perfectamente inelástico porque la bala y el bloque se mueven juntos luego de la colisión.

a) Divido al problema en 3 instantes:



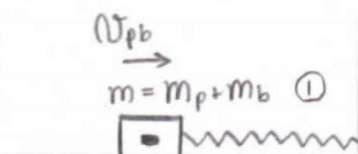
Nivel de referencia

① Antes del choque:

$v \equiv v_p \equiv$  rapidez de la bala

$v_b \equiv$  rapidez inicial del bloque

Tengo 2 momentos lineales:  $\vec{p}_p$  y  $\vec{p}_b$

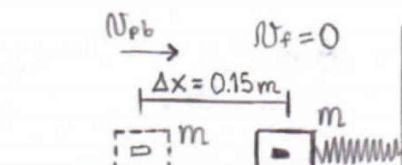


② Justo en el choque:

$v_{pb} \equiv$  rapidez inicial del sistema bala-bloque

Tengo  $K_b$

Tengo un momento lineal:  $\vec{p}_{pb}$



③ Después del choque:

$v_{pb} \equiv$  rapidez inicial del sistema bala-bloque

Tengo  $U_{ec}$

Dado que conozco la compresión máxima del resorte, puedo calcular la velocidad del sistema bloque-bala,  $v_{pb}$ , luego del impacto analizando la energía mecánica entre los instantes B y C.

Como no hay rozamiento:  $\Delta E_{mec} = 0 \Rightarrow E_{mc} - E_{mb} = 0 \Rightarrow E_{mb} = E_{mc}$

$$\Rightarrow K_b = U_{ec} \Rightarrow \frac{1}{2} m v_{pb}^2 = \frac{1}{2} k \Delta x^2 \Rightarrow v_{pb} = \sqrt{\frac{k \Delta x^2}{m}} \stackrel{\text{①}}{=} \sqrt{\frac{k \Delta x^2}{m_p + m_b}}$$

$$\Rightarrow v_{pb} = \sqrt{\frac{100 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times (0.10 \text{ m})^2}{0.01 \text{ kg} + 0.99 \text{ kg}}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow \vec{v}_{pb} = 1 \hat{x} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Para calcular la rapidez de la bala antes del choque, conozco que el momento lineal debe conservarse entre los instantes A y B.

$$\Rightarrow \vec{p}_p + \vec{p}_b = \vec{p}_{pb} \Rightarrow m_p \vec{v}_p + m_b \vec{v}_b = (m_p + m_b) \vec{v}_{pb}$$

$$\Rightarrow \vec{v}_p = \frac{(m_p + m_b) \vec{v}_{pb}}{m_p} = \frac{(0.01 + 0.99) \text{ kg}}{0.01 \text{ kg}} \left( 1 \hat{x} \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

$$\Rightarrow \vec{v}_p = 100 \hat{x} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right] // \text{ y como módulo } v_p = v = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}} //$$