NOMBRE: ____

1) A) Una partícula que se encuentra en reposo empieza a moverse por la acción de una fuerza conservativa. A_1) ¿Cómo se modifica su energía mecánica? A_2) ¿Y su energía potencial? Justifique las respuestas. *(2 puntos)*
B) B_1) ¿Puede ser negativa la energía cinética de una partícula? B_2) ¿Puede ser negativa su energía potencial en un punto? Razone las respuestas. *(2 puntos)*

2) Un bloque de 5 kg se desliza con velocidad constante por una superficie horizontal rugosa, al aplicarle una fuerza de 20 N en una dirección que forma un ángulo de 60º sobre la horizontal.
   a) Dibuje en un esquema todas las fuerzas que actúan sobre el bloque. *(1 punto)*
   b) Determine el trabajo de cada una de las fuerzas, así como el trabajo total de las fuerzas, que actúan sobre el bloque cuando se desplaza 2 m y comente el resultado obtenido. *(3 puntos)*

3) Un muchacho subido en un trineo desliza por una pendiente con nieve (rozamiento despreciable) que tiene una inclinación de 30º. Cuando llega al final de la pendiente, el trineo continúa deslizando por una superficie horizontal rugosa hasta detenerse.
   a) Explique las transformaciones energéticas que tienen lugar durante el desplazamiento del trineo. *(2 puntos)*
   b) Si el espacio recorrido sobre la superficie horizontal es cinco veces menor que el espacio recorrido por la pendiente, determine el coeficiente de rozamiento. *(3 puntos)*

Soluciones:

1) A)

A_1) **“Cuando las fuerzas que realizan trabajo sobre una partícula son conservativas, su energía mecánica permanece constante”. Luego no se modifica. Ese es el enunciado del teorema de conservación de la energía mecánica.**

Nota: demostración. Veamos:

Por definición de fuerza conservativa, el trabajo resultante de dichas fuerzas será: $W_{Fcons.} = -\Delta E_p$

Por el teorema de las fuerzas vivas, el trabajo resultante de dichas fuerzas conservativas será:

$$W_{Fcons.} = \Delta E_c$$

Igualando ambas: $\Delta E_c = -\Delta E_p \Rightarrow \Delta E_c + \Delta E_p = 0 \Rightarrow \Delta\left(E_c + E_p\right) = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta E_m = 0 \Leftrightarrow E_m = cte$$

A_2) **“El trabajo que realiza una fuerza conservativa es igual a la disminución que experimenta la energía potencial asociada a ella”. Luego, la Energía potencial, asociada a dicha fuerza conservativa, disminuye. Ese es el teorema de la energía potencial.**

Nota: $W_{Fcons.} = -\Delta E_p$

Ejemplo: El peso (fuerza conservativa) hace que una partícula caiga desde puntos con Ep gravitatoria (mgh) mayor (mayor altura) a puntos de menor Ep gravitatoria (menor altura), haciendo que disminuya dicha Ep.

B)

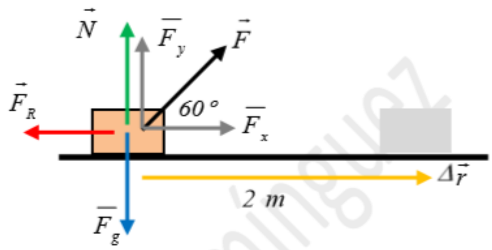
B_1) Por definición, la energía cinética, *Ec*, de una partícula de masa *m*, que se mueve con velocidad *v*, vale: $Ec = \frac{1}{2} m v^2$. Tanto *m* como v^2 son números positivos, por lo que la Ec de una partícula nunca puede ser negativa.

B_2) Nunca se puede conocer la energía potencial, Ep, de una partícula, sino lo que podemos conocer es la diferencia de Ep entre dos posiciones de dicha partícula. En cada caso elegimos un origen de Ep, por lo tanto puede haber puntos donde la partícula posea menor Ep que la elegida como nula, por tanto sí puede ser negativa la Ep.

Ejemplo. Si elegimos como origen de Ep gravitatoria el nivel del mar, cualquier partícula situada por debajo del nivel del mar poseerá Ep gravitatoria negativa.

2)

a) Sobre el bloque actuarán, durante todo el movimiento, las siguientes fuerzas, dibujadas en el esquema:



- Fuerza aplicada: $F = 20\ N$.
  Componentes: $F_x = F \cdot \cos 60^\circ = 10\ N$
  $F_y = F \cdot sen 60^\circ = 17,32\ N$
- Fuerza gravitatoria (peso):
  $Fg = m \cdot g = 5\ kg \cdot 9,8\ N/kg = 49\ N$.
- Normal: Debida al contacto con la superficie. Compensa las componentes perpendiculares al plano de las fuerzas aplicadas.
  $N = Fg - F_y = 49\ N - 17,32\ N = 31,68\ N$
- Fuerza de rozamiento dinámica: Debida a la rugosidad de la superficie. En este ejercicio se opone al desplazamiento.

Aplicando la primera ley de Newton, si el bloque se mueve con velocidad constante, la resultante de las fuerzas es nula, por lo que la fuerza de rozamiento será igual y de sentido contrario a la componente x de la fuerza aplicada. $F_R = F_x = 10\ N$

De este modo, conociendo la fuerza de rozamiento, calculamos el coeficiente de rozamiento dinámico entre el bloque y la superficie.

$$F_R = \mu \cdot N \quad \rightarrow \quad 10\ N = \mu \cdot 31,68\ N \quad \rightarrow \quad \mu = 0,316$$

b) Entendemos por trabajo la transferencia de energía realizada por la acción de una fuerza durante un desplazamiento. Teniendo en cuenta que todas las fuerzas aplicadas en este caso se mantienen constantes, podemos calcular el trabajo de cada una mediante la expresión

$$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F \cdot \Delta r \cdot \cos\alpha$$

Fuerza aplicada :

$$W_F = F \cdot \Delta r \cdot \cos 60^\circ = 20\ N \cdot 2\,m \cdot 0,5 = 20\ J$$

$$W_N = N \cdot \Delta r \cdot \cos 90^\circ = 0\ J$$

$$W_{Fg} = Fg \cdot \Delta r \cdot \cos 90^\circ = 0\ J$$

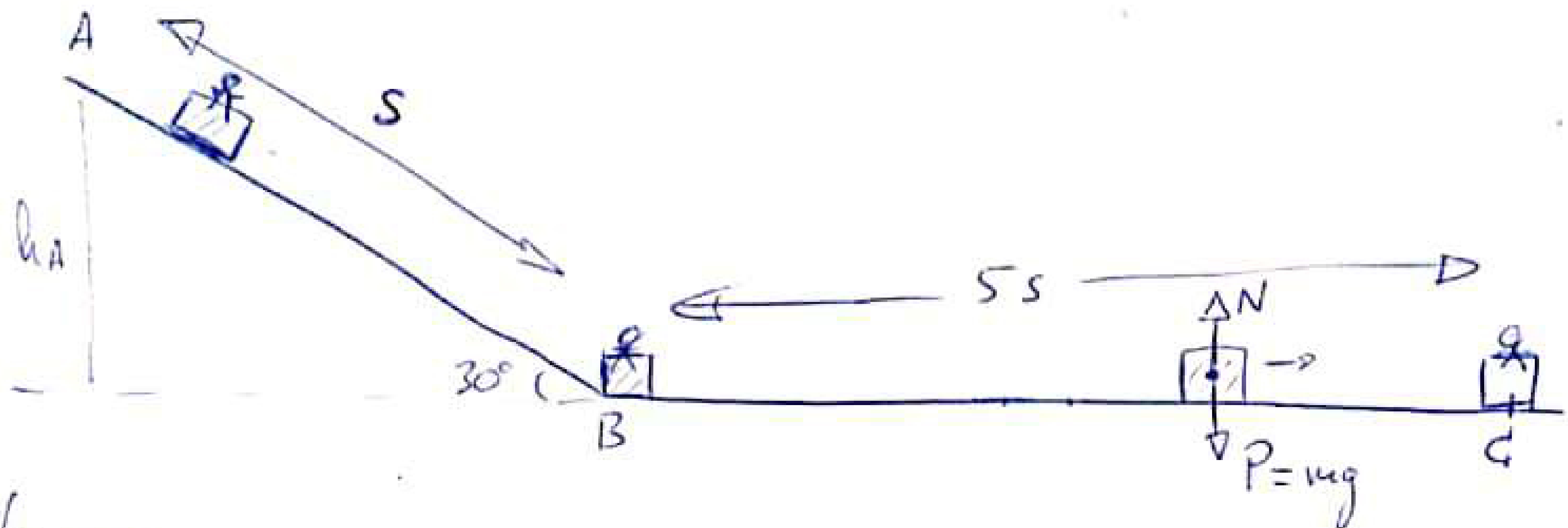
$$W_{FR} = F_R \cdot \Delta r \cdot \cos 180^\circ = 10\ N \cdot 2\,m \cdot (-1) = -20\ J$$

Sumando, obtenemos que el trabajo total realizado sobre el cuerpo es nulo ($W_{TOT} = 0\ J$)

Comentario : Resultado lógico. Si aplicamos el teorema trabajo - energía cinética, vemos que el trabajo total realizado coincide con la variación de energía cinética del bloque ($W_{TOT} = \Delta Ec$). Si el bloque se mueve con velocidad constante, la energía cinética del mismo no varía ($\Delta Ec = 0$), con lo que el trabajo total debe ser forzosamente nulo. La fuerza aplicada suministra energía al sistema ($W>0$), al tiempo que la fuerza de rozamiento disipa la misma cantidad de energía en forma de calor ($W<0$).

(Nota: Podría haberse razonado directamente a partir del teorema Trabajo-Ec, sin necesidad de calcular cada uno de los trabajos)

(2)



a) Veamos:

- En la posición inicial (pto A) el muchacho con el trineo sólo posee energía potencial gravitatoria (E_{PgA}) puesto que suponemos que está parado ($v_A = 0$).
(Además supongo el origen de energía potencial gravitatoria en la posición más baja (superficie horizontal, de tal forma que):

$$E_{PgA} = m g h_A \quad ; \quad E_{PgB} = E_{PgC} = 0$$

- Dicha E_{Pg} se va transformando en energía cinética mientras desciende sin rozamiento, adquiriendo su energía cinética máxima en el punto B.
Es decir: $E_{PgA} = E_{cB}$

- Dicha Energía cinética se va transformando en calor (se va disipando) a causa del rozamiento en la superficie horizontal, hasta que toda la energía mecánica se ha disipado en forma de calor en C, donde el trineo se para: $E_{mC} = E_{cC} + E_{PgC} = 0$

b) $\overline{AB} = 5s$
$\overline{BC} = s$ } Aplicamos el teorema de la energía mecánica entre los puntos A y C:

$\Delta E_m = W_{nc}$ $\Rightarrow$ $\Delta E_{pg} + \Delta E_c = W_{Froz}$ $\Rightarrow$

(no conservativa)

$\Rightarrow \underbrace{\cancel{E_{pg_C}}}_{0} - E_{pg_A} + \underbrace{\cancel{E_{c_C}}}_{0} - \underbrace{\cancel{E_{c_A}}}_{0} = -F_{roz} \cdot s \Rightarrow$

$\Rightarrow -mgh_A = -\mu N s \Rightarrow \cancel{m}\cancel{g}5\cancel{s}\,\text{sen}30^\circ = \mu \cancel{m}\cancel{g}\cancel{s} \Rightarrow$

Como $N = P = mg$
y $h_A = 5s\,\text{sen}30^\circ$ }

$\Rightarrow \boxed{\mu = 5\,\text{sen}30^\circ = 2{,}5}$