FISICA I

Licenciatura y Profesorado en Química y Licenciatura en Biotecnología

TEMA 6: Trabajo mecánico (W), energía cinética (K) y potencia (P)

Los ejercicios marcados al final de la guía con (*) los resuelven como tarea práctica individual de repaso. Las preguntas teóricas se plantean como materia de estudio.

- *Teoría*

i) Si se aplica una fuerza variable (tanto en módulo como en dirección) sobre una masa m defina correctamente el trabajo W cuando el objeto se traslada desde un punto A hasta un punto B siguiendo una trayectoria curva c. ¿Bajo qué circunstancias especiales el trabajo de una fuerza **F** puede escribirse como $W = |\mathbf{F}||\Delta\mathbf{s}|\cos\alpha$? En este caso ¿de qué factor depende el signo del trabajo?
ii) Explique y justifique si el trabajo W es una cantidad vectorial o escalar.
iii) a) Una masa m tiene una velocidad **v**. Defina la energía cinética que tiene el objeto. b) Una masa m tiene en un instante t_1 una velocidad $\mathbf{v}_1$ y en un instante t_2 una velocidad $\mathbf{v}_2$. Expresar el cambio de energía cinética ΔK en el objeto. c) Analice cuándo ΔK es positivo y cuándo es negativo.
iv) a) Escriba en fórmula el teorema del trabajo (W) y la energía cinética (K). b) Si el trabajo es negativo, analice que implica el signo sobre las velocidades del objeto. c) A la inversa, analice que relación debería haber entre las velocidades final e inicial para que W sea positivo o negativo.
v) a) Defina correctamente la potencia a partir del trabajo W. b) Si la fuerza **F** que realiza el trabajo es constante, escriba a qué expresión se reduce en esta situación la potencia definida en a).

- *Definición del trabajo $W = \mathbf{F}.\Delta\mathbf{s}$ realizado por fuerzas constantes.*

6.1) *Usar $F = ma$ para calcular fuerzas. Usar $W = F\,\Delta s\,\cos\alpha$ para cada fuerza*.
Un bloque de hielo de *47.2 kg* se desliza cayendo hacia abajo por una pendiente de *1.62 m* de longitud y *0.902 m* de altura. Se aplica una fuerza **F** hacia arriba y paralela a la pendiente para que el hielo baje a velocidad constante. El coeficiente de fricción cinética entre el hielo y la pendiente es $\mu_K = 0.11$. Determinar: a) el valor de la fuerza **F**, b) el trabajo de la fuerza **F** , c) el trabajo que realiza la fuerza de gravedad , d) el trabajo que hace la fuerza de fricción y e) el trabajo total realizado por todas las fuerzas.
6.2) *Usar $F = ma$ para calcular fuerzas. Usar $W = F\,\Delta s\,\cos\alpha$ para cada fuerza*.
Un trabajador empuja un bloque de *26.6 kg* una distancia de *9.54 m* por un piso plano, a velocidad constante con una fuerza **F** dirigida *32º* debajo de la horizontal. El coeficiente de fricción cinética es de *0.21*. a) Calcular el módulo de **F** y el trabajo que hizo la persona sobre el bloque. b) Calcular el trabajo de la fuerza de fricción. c) Analizar si hay otras fuerzas y si realizan o no trabajo. d) Calcular el trabajo total realizado sobre el bloque.
6.3) *Usar $F = ma$ y calcular la tensión T. Usar $W = F\,\Delta s\,\cos\alpha$ para cada fuerza*.
Se usa una cuerda para bajar verticalmente una distancia de *10 m*, un bloque de masa $M = 5$ *kg*. El bloque, tiene una aceleración descendente $|\,\mathbf{a}\,| = 2.5\ m/s^2$. a) Determine el trabajo realizado por la tensión T de la cuerda sobre el bloque. b) Determine el trabajo hecho por la fuerza de gravedad. c) Determine el trabajo total sobre el bloque.

- *Definición del trabajo mecánico W realizado por fuerzas variables.*

6.4) *Usar* $\mathbf{F}_{resorte} = -k\mathbf{x}$ *y* $W = \int \mathbf{F}.d\mathbf{s}$. (*Caso 1: fuerza que depende del desplazamiento*).
Un resorte de constante k, se encuentra ni estirado ni comprimido y apoyado sobre una superficie horizontal sin fricción. Su extremo izquierdo está unido a una pared rígida y su extremo derecho se encuentra en $x = 0$. Una fuerza externa aplicada $\mathbf{F}_{externa} = (160\ N)\mathbf{i}$ mantiene estirado al extremo derecho del resorte en una cantidad de *5 cm*. a) ¿Qué sentido tiene la fuerza que aplica el resorte? b) ¿Qué fuerza externa se requiere para mantenerlo estirado en una cantidad de *1.5 cm*? c) ¿Qué fuerza externa se requiere para mantenerlo comprimido en una cantidad de *2 cm*? d) ¿Qué sentido tiene la fuerza que aplica el resorte en este último

caso? e) ¿Qué trabajo hizo la fuerza del resorte cuando se estira desde $x = 0$ hasta $x = +1.5\ cm$? f) ¿Qué trabajo hace la fuerza del resorte cuando se descomprime desde $x = -2\ cm$ hasta $x = 0$? g) ¿Qué conclusión obtiene acerca de la expresión del trabajo de la fuerza del resorte y sus signos?

6.5) *Usar la definición:* $W = \int \mathbf{F.ds} = \int F(t)v(t)\cos\alpha dt$. (*Caso 2: fuerza que depende del tiempo*).

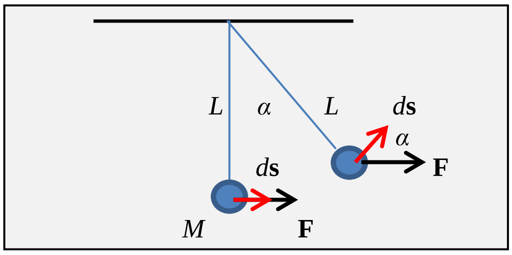
Una fuerza variable $\mathbf{F}(t)$ actúa sobre una partícula de masa $0.5\ kg$ en el eje x y le hace cambiar su vector posición en función del tiempo según la expresión:

$$\mathbf{x}(t) = [(2\ m/s^3)t^3]\ \mathbf{i}$$

a) Obtenga $\mathbf{v}(t) = d\mathbf{x}(t)/dt$, $\mathbf{a}(t) = d\mathbf{v}(t)/dt$ y $\mathbf{F}(t) = m\ \mathbf{a}(t)$. b) Reemplace y determine $\mathbf{F.ds}$. Analice el signo del trabajo. c) Calcule el trabajo realizado por la fuerza $\mathbf{F}(t)$ durante entre $t = 2\ s$ y $t = 7\ s$.

6.6) *Usar la definición* $W = W = \int \mathbf{F.ds}$, *tomar* $|\ \mathbf{ds}\ | = Ld\alpha$. (*Caso 3: fuerza constante y varía el ángulo*).

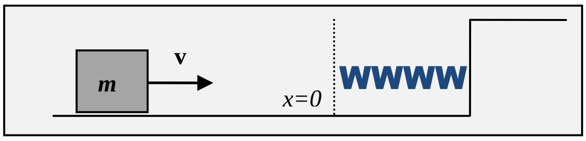
Sobre la masa de un péndulo vertical formado por una cuerda de longitud $L = 1.5\ m$ y una masa $m = 0.5\ kg$, se aplica una fuerza horizontal constante $|\ \mathbf{F}\ | = 10\ N$ que la separa de la vertical desde un ángulo inicial $\alpha = 0^o$ hasta un ángulo final $\alpha = 45^o$. a) Obtener una expresión para $\mathbf{F.ds}$. Analizar el signo del trabajo que hace $\mathbf{F}$ entre los ángulos de movimiento. b) Calcular el trabajo W_F que realiza la fuerza $\mathbf{F}$. c) Considere la fuerza peso $\mathbf{P}$. Obtener una expresión para $\mathbf{P.ds}$. Analizar el signo del trabajo de $\mathbf{P}$ entre los ángulos de movimiento. d) Calcular el trabajo W_P que realiza la fuerza peso $\mathbf{P}$. e) Calcular el trabajo total W_{total} que realizan todas las fuerzas aplicadas.



- *<u>Teorema del trabajo W y la variación de la energía cinética ΔK.</u>*

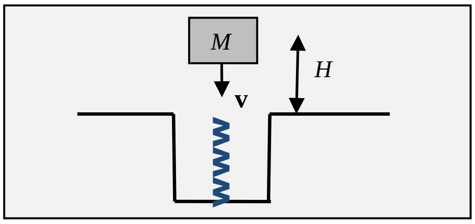
6.7) *Usar* $W = \Delta K$. *Usar* $W = W_{peso}$.
Se lanza verticalmente hacia arriba desde una altura de $1.3\ m$ del piso, una piedra de $20\ N$ de peso. Desprecie la fuerza de arrastre del aire. Se observa que cuando está a $15\ m$ sobre el suelo, viaja a $25\ m/s$ hacia arriba. Calcular: a) la velocidad con que fue lanzada desde el suelo, b) la altura máxima desde el suelo que alcanza, c) la velocidad cuando está cayendo y se encuentra a una altura de $7.5\ m$ del suelo y d) la velocidad cuando choca contra el suelo.

6.8) *Usar* $W = \Delta K$ *y la definición* $W = \pm \frac{1}{2}kx^2$ *cuando el resorte se descomprime* (+) *o se comprime* (-).
Un bloque de masa $m = 1.88\ kg$, se mueve sobre una mesa sin fricción a una velocidad $\mathbf{v} = (10.3\ m/s)\mathbf{i}$. Choca contra un resorte de constante de fuerza $k = 11.2\ N/cm$ fijo a una pared. Mientras se comprime una cantidad x, el resorte aplica una fuerza variable y opuesta dada por $\mathbf{F} = (-kx)\mathbf{i}$ (vea ejercicio 4). a) Calcular la compresión máxima del resorte que se obtiene cuando la masa m se detiene. b) Luego el resorte comienza a descomprimirse y acelera al bloque. Calcular la velocidad del bloque cuando se descomprime la mitad de la compresión máxima. c) Calcular el módulo de la la velocidad del bloque cuando el resorte se descomprime totalmente. d) Escribir en forma vectorial las velocidades en los incisos b) y c).



6.9) *Usar* $W = \Delta K$. *Usar* $W = W_{resorte} + W_{peso}$ *y* $W_{resorte} = -\frac{1}{2}ky^2$.
Un bloque M de $0.263\ kg$ se suelta desde una cierta altura contra un resorte vertical con constante de fuerza $k = 252\ N/m$. Al hacer contacto con el resorte lo comprime $y_i = 11.8\ cm$ hasta quedar en reposo momentáneo. Cuando el resorte se comprimió en la cantidad y_i calcular: a) el trabajo que hizo la fuerza peso, b) el trabajo que hizo la fuerza del resorte, c) la velocidad de impacto que tenía el bloque al momento de chocar con el

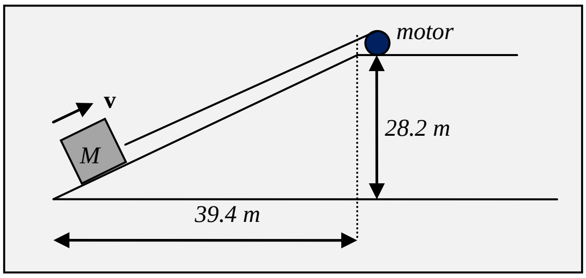
resorte (y comienza a comprimirlo). d) La altura *H* respecto del extremo vertical del resorte desde la cual se soltó la masa *M*. e) Si se duplica esta velocidad con la cual choca al resorte, calcular cuál será la nueva compresión máxima del resorte.



6.10) *Usar expresión de* $K = \frac{1}{2} m(v_x^2 + v_y^2)$ *en función de las componentes de la velocidad.*
Un proyectil de *0.55 kg* es lanzado desde un risco, con una energía cinética inicial de *1550 J* y alcanza una altura máxima de *140 m* por encima de la línea de lanzamiento. a) Calcular la componente vertical inicial v_{0y} de la velocidad. b) Calcular la componente horizontal v_x de la velocidad. c) En un cierto instante posterior, su componente vertical es $v_y = -65$ *m/s*. Calcular a qué desplazamiento vertical Δy se encuentra por arriba o por debajo desde su punto de lanzamiento.
6.11) *Calcular* $\Delta x = v_0 t \pm at^2/2$. *Usar* $W = F\,\Delta x \cos\alpha$.
Una nave espacial no tripulada de *2500 kg* se mueve en línea recta a una velocidad de *300 m/s*. El motor cohete, realiza una combustión y le aplica una fuerza de empuje de *3000 N* que dura *65 s*. Calcular el cambio de energía cinética de la nave en los siguientes casos: a) la fuerza de empuje se produce en sentido contrario a su velocidad. b) la fuerza de empuje se produce en el mismo sentido a su velocidad. c) la fuerza de empuje se produce perpendicularmente al sentido de su velocidad.
6.12) *Usar* $W = F\,\Delta s \cos\alpha$ *para cada fuerza y* $W = \Delta K$.
Un transportador de equipaje tira de una maleta de *20 kg* para subirla por una rampa inclinada en *25º* sobre la horizontal. Para la operación, aplica una fuerza **F** de magnitud *140 N* y con dirección paralela a la superficie de la rampa. El coeficiente de fricción cinética es $\mu_K = 0.3$. Si la maleta se mueve una distancia de *3.8 m* sobre la rampa, calcule: a) El trabajo realizado por **F**, b) el trabajo realizado por la fuerza peso, c) el trabajo realizado por la fuerza normal, d) el trabajo realizado por la fuerza de fricción f_K y e) el trabajo realizado por todas las fuerzas. f) Si la velocidad de la maleta es cero en la base de la rampa ¿cuál es la velocidad de la maleta después de recorrer los *3.8 m* sobre la rampa?

- *Potencia P.*

6.13) *Calcular fuerza y trabajo. Usar* $P = Fv$.
Un motor a vapor arrastra mediante una cuerda, un bloque de granito *M* de *1380 kg* pendiente arriba con una velocidad constante de *1.34 m/s*. El coeficiente de fricción cinética entre el bloque y la pendiente es de *0.41*. a) Calcular el trabajo mecánico realizado por el motor para subir al bloque hasta el final de la pendiente. b) Calcular el tiempo Δt se tarda en subir el bloque. c) Calcular la potencia del motor usando $P = Fv$. Luego calcule $P = W/\Delta t$ y verifique que ambos resultados son coincidentes.



6.14) *Calcular la tensión desde* $P = Fv$. *Calcular la masa extra que sube. Equivalencia: 1 hp = 745.7 w.*
Un ascensor totalmente vacío, tiene una masa de *600 kg* y está diseñado para subir con velocidad constante una distancia vertical de *20 m* en *16 s*. Es levantado por un motor que provee *40 hp* de potencia máxima. a) Calcular el númeroaproximado máximo de pasajeros que puede subir suponiendo una masa promedio de *65 kg* por pasajero. b) Si suben pasajeros que con sus equipajes totalizan una masa extra de *1300 kg* y el ascensor sube a la misma velocidad ¿qué potencia consume el motor?

6.15) *Usar* $W = P_{media}\,\Delta t$ *y el trabajo por caja.*
Imagine que levanta verticalmente cajas de *30 kg* hasta una altura de *0.90 m*. a) Calcular el número *N* de cajas que puede subir en *60 s* si invierte una potencia total media de *0.50 hp*. b) Calcular el número *N* de cajas que puede subir en *60 s* si invierte una potencia total media de *100 w*. c) Calcular a qué velocidad media debería subir cada caja, en ambos casos.

- *Tarea Práctica Individual de Repaso.*

6.1*) *Usar* $W = F\,\Delta s\,\cos\alpha$ *para cada fuerza*.
Para subir una valija de *25 kg* por un plano inclinado de *27º*, se ejerce una fuerza de *250 N* que forma un ángulo de *60º* con la dirección de la pendiente. Entre las rueditas de la maleta y el piso, el coeficiente de fricción cinética es $\mu_K = 0.12$. Si la maleta se desliza *3.6 m* calcular el trabajo realizado sobre ella por el trabajador, la fuerza peso, la fuerza de fricción y la fuerza normal de la pendiente. Calcular el trabajo total realizado por todas las fuerzas.
6.2*) *Usar la definición* $W = \int F(x)\cos\alpha\, dx$.
Ud. mueve un objeto de masa *M* en línea recta sobre el piso horizontal de una habitación. Para tal acción, aplica una fuerza variable cuya expresión es:

$$\mathbf{F}(x) = [30\ N - (2.5\ N/m^2)x^2]\mathbf{i}$$

El objeto (que originalmente estaba en reposo) se traslada desde la puerta ($x = 0\ m$) hasta una pared ($x = 6\ m$). a) Obtener una expresión para $\mathbf{F}.d\mathbf{s}$. b) Calcular el trabajo mecánico que Ud.realizó sobre el mismo. c) En base al trabajo calculado y el teorema del trabajo y la energía cinética, ¿Qué conclusión puede decir acerca del estado de movimiento del objeto?
6.3*) *Usar* $W = \Delta K$.
Un automóvil de *1100 kg*, va a *46 km/h* en una carretera plana. Se aplican los frenos un cierto tiempo para bajar su velocidad y hay un cambio $\Delta K = -51\times10^3\ J$ de energía cinética. a) Calcular la velocidad final del automóvil. b) Calcular energía cinética extra que deben eliminar los frenos para detenerlo por completo. c) Si se quisiera detener el auto completamente desde el momento que tiene la velocidad de *46 km/h* en una sola maniobra, calcular energía cinética que deben eliminar los frenos para realizarla.
6.4*) *Usar* $W = \Delta K$. *Usar* $W = W_{fr} = -f_r d$.
Un automóvil a una determinada velocidad, es detenido en una distancia de *23.62 m* por la fuerza de fricción entre las ruedas y el asfalto de la ruta. a) ¿A qué distancia se detiene si triplica su velocidad? b) Si marcha a la misma velocidad de la parte a) pero se triplicara la fuerza de fricción, ¿a qué distancia se detendría?
6.5*) *Calcular la tensión de la soga. Usar* $P = Fv$.
Un motor sube esquiadores mediante una soga, por una pendiente nevada de *300 m* y de ángulo *15º* con la horizontal. Se supone que entre la superficie de la pendiente y los esquíes de las personas remolcadas es despreciable. a) Si transporta *50* esquiadores de masa promedio *70 kg* a una velocidad constante de *12 km/h*, calcular la potencia aplicada por el motor en *w* y *hp*. b) Si para acortar el tiempo, los esquiadores suben con aceleración de $0.2\ m/s^2$, calcular la potencia aplicada por el motor en *w* y *hp*.