

Problema 1. Una partícula de 3.2 kg de masa se mueve hacia el Oeste con una velocidad de 6 m/s . Otra partícula de 1.6 kg de masa se desplaza hacia el Norte con una velocidad de 5 m/s . Las dos partículas interactúan. Después de 2 s la primera partícula se mueve en el cuadrante NE formando un ángulo de 30° con la dirección Norte, con una velocidad de 1 m/s . Encuentre:

- La magnitud y dirección de la velocidad de la otra partícula.
- La cantidad de movimiento lineal (CML) de las dos partículas tanto al comienzo como al final de los dos segundos.
- El cambio en la CML y el cambio en la velocidad de cada partícula.
- Las magnitudes en estos cambios de velocidad; verifique la relación:

$$m_2\Delta\vec{v}_2 = -m_1\Delta\vec{v}_1 \quad (1)$$

- La magnitud de la velocidad calculada en a) puede estar bien o mal expresada. Indique cuales de las siguientes expresiones son correctas o incorrectas y justifique.

Medición	¿Incorrecta?	¿Por qué?
$(13.4 \pm 1)\text{ m/s}$		
$(13.4 \pm 0.0)\text{ m/s}$		
$(13.4 \pm 0.05)\text{ m/s}$		
$(13.4 \pm 0.2)\text{ m/s}$		

Problema 2. Una partícula cuya masa es de 0.2 kg se está moviendo a 0.4 m/s a lo largo del eje x , cuando choca con otra partícula, de masa 0.3 kg que se encuentra en reposo, después del choque la primera partícula se mueve a 0.2 m/s en una dirección que forma un ángulo de 40° con el eje x , determine:

- La magnitud y la dirección de la velocidad de la segunda partícula después del choque.
- El cambio en la velocidad y CML de cada partícula.
- Verifique la relación (1).

Problema 3. En distintos experimentos, dos vagones A y B se empujan uno hacia el otro.

En el experimento 1, el vagón B se encuentra inicialmente en reposo mientras que A se mueve hacia la derecha a 0.5 m/s . Después del choque, A rebota a 0.1 m/s , mientras que B se mueve hacia la derecha a 0.3 m/s . En un segundo experimento, B está en reposo y A, que está cargado con una masa de 1 kg , se dirige hacia B con una velocidad de 0.5 m/s . Después de la colisión, A permanece en reposo mientras que B se desplaza hacia la derecha a 0.5 m/s . Encuentre la masa de cada vagón.



Experimento 1



Experimento 2

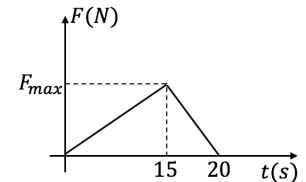
Problema 4. Un carro con masa de 1.5 kg se desplaza a lo largo de su trayectoria a 0.2 m/s hasta que choca contra un obstáculo fijo al extremo de su camino. ¿Cuál es el cambio en la CML y la fuerza promedio ejercida sobre el carro si en 0.1 s :

- queda en reposo?
- rebota con una velocidad de 0.1 m/s ?

Discuta la conservación de la CML en cada choque.

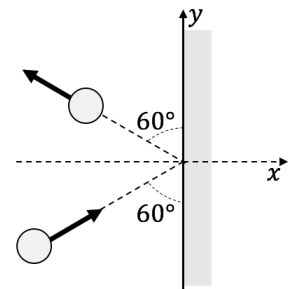
Problema 5. Una granada que se desplaza con una velocidad de 8 km/s con respecto a la Tierra explota en tres segmentos iguales. Uno de ellos continúa moviéndose en la misma dirección que la granada a 16 km/s ; otro se desplaza hacia arriba formando un ángulo de 45° y el tercero se desplaza haciendo un ángulo de 45° bajo la horizontal; encuentre la magnitud de las velocidades del segundo y tercer fragmento inmediatamente después de la explosión. Discuta si se conserva o no la cantidad de movimiento en este problema.

Problema 6. Se aplica una única fuerza \vec{F} que dura 20 s a un cuerpo de 500 kg de masa, tal como se muestra en la figura; el cuerpo inicialmente en reposo adquiere una velocidad de 0.5 m/s como resultado de la fuerza. Si dicha fuerza varía con el tiempo, como se muestra:



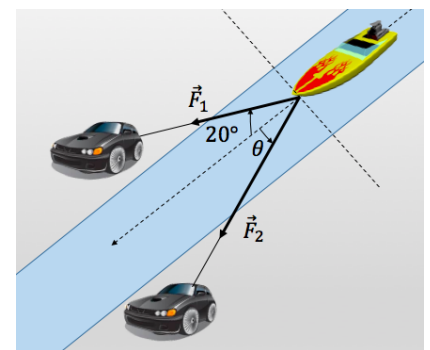
- Halle el impulso en el cuerpo causado por la fuerza.
- Halle la máxima fuerza ejercida por el cuerpo.
- Encuentre el área bajo la curva $F(t)$; ¿coincide este valor con el resultado de a)?
- Si ese mismo impulso se aplica sobre una partícula idéntica pero cuya velocidad inicial es de 2 m/s de magnitud y que forma un ángulo de 45° con el vector \vec{F} , ¿cuál sería la velocidad final de la partícula?
- En base al cálculo realizado en a), si la masa fue medida con un error de $\pm 2\text{ kg}$ y el error en la medición de la velocidad fue de $\pm 0.02\text{ m/s}$, ¿cuál sería más exacta y cuál de mejor calidad? ¿cuál sería el error asociado al impulso? Indique también el error relativo porcentual para todas las magnitudes. Expresar todas las mediciones correctamente.

Problema 7. Una bola de acero de 3 kg de masa impacta sobre una pared con una velocidad de 10 m/s formando un ángulo de 60° con la superficie. Rebota con la misma rapidez y ángulo como muestra la figura. Si la bola está en contacto con la pared durante 0.02 s :



- ¿Cuál es la fuerza promedio ejercida por la pared sobre la bola?
- Calcule el vector impulso ejercido sobre la bola.

Problema 8. Dos automóviles, uno a cada lado de un río, tiran una lancha de 10 toneladas, a velocidad constante, una distancia de 10 km . Uno de ellos ejerce una fuerza \vec{F}_1 de 300 N , formando un ángulo de 20° con respecto a la dirección del río, y el otro ejerce una fuerza \vec{F}_2 de 500 N . Calcule:



- El ángulo θ formado entre la fuerza \vec{F}_2 y la dirección de avance.
- El trabajo efectuado por cada automóvil durante todo el trayecto.
- El trabajo de la fricción entre la lancha y el agua, para la misma distancia.

Problema 9. Una persona sostiene una valija con su mano mientras camina a velocidad constante sobre una superficie horizontal. ¿La fuerza que la persona ejerce con su mano realiza trabajo? ¿Y si subiera una escalera a velocidad constante?

Problema 10. Un cuerpo de masa $m = 400 \text{ kg}$ desliza a lo largo del eje x , partiendo del reposo, impulsado por dos fuerzas \vec{F}_1 y \vec{F}_2 , como muestra la figura (a). El módulo de la fuerza \vec{F}_1 varía con la posición x , como se indica en la figura (b), mientras que \vec{F}_2 permanece constante, siendo su módulo de 1000 N .

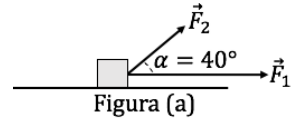


Figura (a)

- Determine el trabajo mecánico realizado por \vec{F}_1 cuando el cuerpo se desplaza desde la posición $x = 0$ hasta $x = 7 \text{ m}$.
- Determine el trabajo realizado por \vec{F}_2 en el mismo intervalo.
- Calcule el trabajo total realizado por ambas fuerzas en ese intervalo.
- Calcule la velocidad del cuerpo al llegar cuando $x = 9 \text{ m}$.

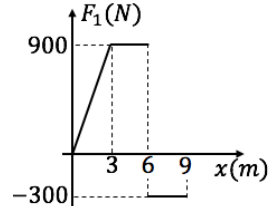


Figura (b)

Problema 11. Una pequeña bola de acero de masa 1 kg está amarrada al extremo de un alambre de 1 m de longitud girando en un círculo vertical alrededor del otro extremo con una velocidad angular constante de 120 rad/s .

- Calcule la energía cinética T de la bola.

Si ahora suponemos que la energía total permanece constante, siendo la velocidad angular de 120 rad/s en su punto más bajo.

- ¿Cuál es el cambio en la T y en la velocidad angular entre el punto más alto y más bajo del círculo?

Problema 12. Represente para un cuerpo que cae a partir del reposo desde una altura h las energías potencial Φ y cinética T como función de:

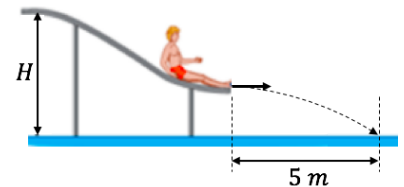
- el tiempo.
- la altura.

Verifique que la suma de las ordenadas correspondientes es constante.

Problema 13. Un bloque de 0.25 kg de masa es puesto encima de un resorte orientado verticalmente y de constante elástica igual a 5000 N/m el cual es comprimido 0.1 m . Luego que el bloque se suelta desde el reposo, sube y se separa del resorte.

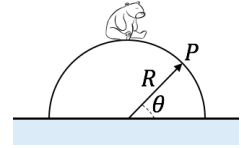
- ¿Hasta qué altura máxima se eleva el bloque respecto de la posición desde la cual fue soltado?
- Calcule el trabajo realizado por la fuerza gravitatoria desde que el bloque es soltado hasta que alcanza la altura máxima. Calcule también el correspondiente trabajo realizado por la fuerza elástica.
- Calcule el trabajo total en dicho trayecto.

Problema 14. Se construye un tobogán de agua de forma tal que al partir del reposo desde el punto más alto, se alcance la parte más baja del mismo deslizando horizontalmente. Como muestra el dibujo, una persona se sumerge en el agua a una distancia de 5 m del extremo del tobogán y 0.5 segundos luego de abandonar el mismo.

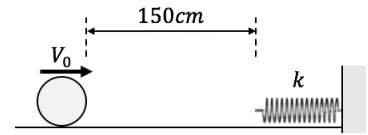


- Ignorando la fricción y resistencia del aire, halle la altura H .
- Expresa la velocidad con que la persona abandona el tobogán (magnitud con su error asociado), sabiendo que la distancia horizontal se mide con una cinta métrica de $\pm 1 \text{ cm}$ de apreciación y el tiempo se mide manualmente con un cronómetro (tiempo de reacción = 0.14 s). ¿Tiene sentido mejorar la medición con una cinta métrica de $\pm 1 \text{ mm}$ de apreciación?

Problema 15. Un oso polar de masa M está sentado sobre un montículo semiesférico liso de hielo como se muestra en la figura. Si empieza a resbalar desde el reposo, ¿en qué punto P deja el oso polar de tener contacto con el hielo? Calcule el trabajo realizado por la fuerza peso desde el inicio del movimiento hasta alcanzar el punto P .



Problema 16. Un cuerpo de masa 5 kg apoyado sobre una mesa horizontal es lanzado para interactuar con un resorte de constante elástica $k = 100\text{ N/m}$. La superficie tiene un coeficiente de rozamiento estático de 0.4 , y dinámico de 0.25 . Inicialmente el cuerpo está a 150 cm del resorte.



- Determine con qué velocidad debe lanzarse el cuerpo para que la compresión máxima del resorte sea 50 cm .
- Para la situación planteada en a) determine la energía disipada hasta el instante de máxima compresión.
- Determine si el cuerpo puede o no iniciar el retroceso.
- Si puede iniciar el movimiento, determine la velocidad que tiene al finalizar la interacción elástica y a qué distancia del punto de lanzamiento se detiene.
- Calcule el trabajo realizado por cada una de las fuerzas involucradas desde que es lanzado hasta que queda finalmente detenido.
- Verifique que el trabajo total coincide con la variación de la energía cinética.

Problema 17. Frenando abruptamente, un auto deja marcas de 65 metros de longitud. El coeficiente de rozamiento dinámico entre las ruedas y el asfalto es $\mu_d = 0.71$.

- Halle la velocidad con la cual se trasladaba el auto antes de aplicar los frenos.
- Si se determina experimentalmente que la distancia de frenado fue de $(65.5 \pm 0.5\text{ m})$ y la masa del auto es de $(2000 \pm 5)\text{ kg}$, encuentre el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento durante el frenado, y exprese el resultado en notación científica, con un error con dos cifras significativas (despreciando el error en la magnitud del coeficiente de rozamiento).
- ¿Cuál es la magnitud de la aceleración con que frena?

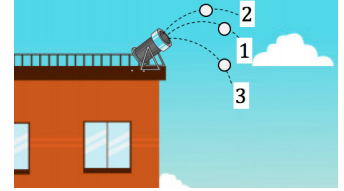
Problema 18. ¿Cuándo una fuerza es conservativa? Exprese el trabajo que realiza una fuerza conservativa en función de su energía potencial.

Problema 19. Sobre una partícula actúa la fuerza $\vec{F} = (y^2 - x^2)\hat{i} + (3xy)\hat{j}$. Halle el trabajo efectuado por la fuerza al moverse la partícula del punto $(0, 0)$ al punto $(2, 4)$ siguiendo las siguientes trayectorias:

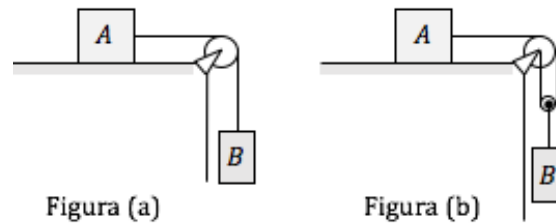
- a lo largo del eje x desde $(0, 0)$ hasta $(2, 0)$ y, paralelamente al eje y , hasta $(2, 4)$.
- a lo largo del eje y desde $(0, 0)$ hasta $(0, 4)$ y, paralelamente al eje x hasta $(2, 4)$.
- a lo largo de la recta que une ambos puntos.
- a lo largo de la parábola $y = x^2$.

¿Es conservativa esta fuerza?

Problema 20. Tres bolas idénticas se lanzan desde la parte superior de un edificio, todas con la misma velocidad inicial. La primera bola se lanza horizontalmente, la segunda a cierto ángulo sobre la horizontal y la tercera a cierto ángulo por debajo de la horizontal. Ignore la resistencia del aire y compare las velocidades de las bolas cuando llegan al piso.



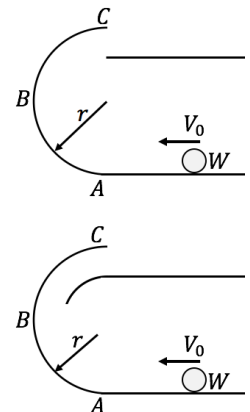
Problema 21. Dos bloques están unidos por una cuerda inextensible como se muestra en la figura (a). Si el sistema parte del reposo, determine la velocidad del bloque A después de que se ha desplazado 2 metros. Suponga que entre el bloque A y el plano el coeficiente de rozamiento $\mu = 0.25$ y que la polea es de peso despreciable y sin rozamiento. Resuelva el mismo problema para el caso de la figura (b).



Problema 22. Las fuerzas constantes son conservativas. Puesto que la fuerza de rozamiento dinámica para un cuerpo desplazándose en una superficie horizontal no cambia de magnitud, ¿debería ser una fuerza conservativa?

Problema 23. Un cuerpo de peso W se lanza por un arco de retorno vertical en A con una rapidez V_0 . El cuerpo se desplaza a lo largo de una circunferencia de radio r y queda en una superficie horizontal. Para cada uno de los dos arcos mostrados, determine:

- la mínima rapidez V_0 para que el cuerpo llegue a la superficie horizontal en C .
- Si se desea colocar el cuerpo en la superficie horizontal C con una rapidez de 2 m/s sabiendo que $r = 0.6$ metros, muestre que este requerimiento no se puede cumplir en el primer arco.
- Para el mismo caso del inciso b) determine la rapidez inicial requerida V_0 el segundo arco.
- Suponiendo que los valores experimentales obtenidos para la masa del cuerpo y el radio del arco fueron $m = (2.1 \pm 0.1)\text{ kg}$ y $r = (1.05 \pm 0.01)\text{ m}$, obtenga el valor de energía mecánica en la posición C para el segundo arco, expresando el resultado con dos cifras significativas.



Problema 24. Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas y justifique en todos los casos:

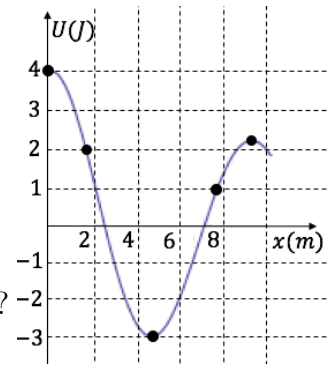
- Al transportar una caja pesada a velocidad constante sobre una superficie horizontal no se realiza ningún trabajo neto.
- Solo las fuerzas conservativas realizan trabajo.
- Si actúan solo fuerzas conservativas la energía cinética de una partícula no cambia.
- Cuando una partícula recorre una trayectoria cerrada el trabajo total realizado por cada fuerza conservativa es cero.

Problema 25. Una partícula está sujeta a una fuerza asociada con la energía potencial $\Phi(x) = 3x^2 - x^3$.

- Trace un gráfico de $\Phi(x)$.
- Determine la dirección de la fuerza en rangos apropiados de la variable x .
- Discuta los posibles movimientos de la partícula para diferentes valores de su energía total.
- Halle sus posiciones de equilibrio (estable e inestable).

Problema 26. Para la curva de energía potencial que se muestra en la figura, determine:

- Si el valor de F_x es positivo, negativo o cero en los cinco puntos indicados.
- Los puntos de equilibrio estable e inestable.
- Si la partícula tuviera una energía mecánica de $1 J$, ¿en qué zona podría moverse? ¿Cuál sería su energía cinética si estuviera ubicada en $x = 6 m$?

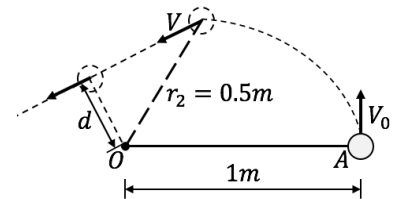


Problema 27. Un sistema formado por una masa unida a un resorte, que realiza un movimiento armónico simple, tiene una energía total de $10 J$. ¿En este caso se presentan regiones clásicamente prohibidas?

Problema 28. Una partícula se mueve en una trayectoria circular, de radio r , bajo la acción de una fuerza conservativa atractiva que varía con el inverso del cuadrado de la distancia al centro de la misma. Esto es: $F = -k/r^2$. Demuestre que la energía total es $E = -k/2r$, que la velocidad es $v = (k/mr)^{1/2}$, y que el momento angular es $L = (mkr)^{1/2}$.

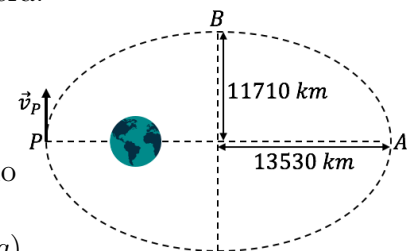
Problema 29. Una esfera de $2.5 N$ de peso se ata a un punto fijo O por medio de una cuerda elástica de constante $15 N/m$ y de $0.5 m$ de longitud original. La esfera puede deslizarse sobre una superficie lisa horizontal. Si se coloca en un punto A , a 1 metro de O , y se le imprime una rapidez de $2 m/s$ en dirección perpendicular a \overline{OA} , determine:

- La magnitud de su velocidad después de que la cuerda se encoge.
- La distancia d más pequeña con relación a O , a la cual llega la esfera.



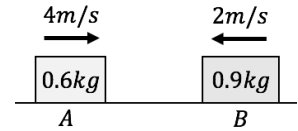
Problema 30. La figura muestra la órbita elíptica que sigue un satélite sometido a la interacción con el campo gravitatorio terrestre y cuya velocidad en el perigeo P , situado a $385 km$ de altura, es $v_P = 33854 km/h$. Determine la velocidad del satélite en su apogeo A y su velocidad cuando pasa por el punto B .

($R_{Tierra} = 6370 km$; $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$; $M_{Tierra} = 5.98 \times 10^{24} kg$)



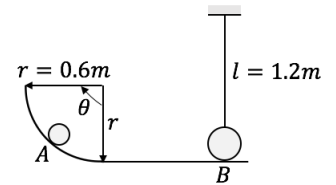
Problema 31. Un satélite meteorológico mantiene una órbita circular a la altura de $322 km$. Encendiendo un motor-cohete durante un tiempo muy corto, se aumentó la velocidad en $305 km/h$ en la misma dirección del movimiento y siguiendo una trayectoria elíptica. Calcule la altura H en el apogeo de la nueva trayectoria.

Problema 32. Dos bloques de acero deslizan sin rozamiento sobre una superficie horizontal. Inmediatamente antes del choque sus velocidades son las que se ilustran en la figura. Si $e = 0.75$, determine:



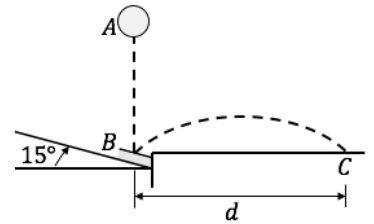
- sus velocidades después del choque.
- La pérdida de energía durante el choque.
- Si después del choque la velocidad de B es de 2.5 m/s hacia la derecha, calcule el coeficiente de restitución entre los dos bloques.

Problema 33. El bloque A de masa $m_A = 1 \text{ kg}$ se suelta desde $\theta = 90^\circ$ y desliza sin rozamiento hasta que choca con la bola B de masa $m_B = 2 \text{ kg}$. Si $e = 0.90$, determine:



- la velocidad de la bola B inmediatamente después del choque,
- la tensión máxima de la cuerda,
- la altura máxima a la cual puede elevarse la bola B .

Problema 34. Una bola de acero que cae desde A , choca contra una placa rígida de acero sin roce en B y rebota hasta el punto C . Si el coeficiente de restitución es $e = 0.8$, determine la distancia d (altura $\overline{AB} = 1.2 \text{ m}$).



Algunas respuestas

- 1) a) $v_2 = 13.4 \text{ m/s}$ cuadrante SO formando un ángulo de 14° con la dirección Oeste.
 b) $\vec{P} = (-19.2\hat{i} + 8.0\hat{j}) \text{ kgm/s}$
- 4) a) $\Delta\vec{P} = -0.30\hat{i} \text{ kgm/s}$, $\vec{F}_{prom} = -3.0\hat{i} \text{ N}$
 b) $\Delta\vec{P} = -0.45\hat{i} \text{ kgm/s}$, $\vec{F}_{prom} = -4.5\hat{i} \text{ N}$
- 7) a) 2598 N , b) $-52 \text{ N s } \hat{i}$
- 8) a) 11.8° ,
 b) $W_1 = 2.8 \times 10^6 \text{ J}$, $W_2 = 4.9 \times 10^6 \text{ J}$
 c) $W_{fricc} = -7.7 \times 10^6 \text{ J}$
- 11) a) 7200 J , b) 19.6 J , 0.16 rad/s
- 13) a) 10.2 m , b) $W_{mg} = -25 \text{ J}$,
 $W_{fel} = 25 \text{ J}$, c) 0
- 15) 41.8° , $W_{mg} = mgR/3$
- 17) a) 30 m/s , b) 6.958 m/s^2
- 19) a) 45.3 J , b) 29.3 J , c) 40 J , d) 42.13 J
 La fuerza no es conservativa
- 21) a) $v_A = \sqrt{2gd \frac{m_B - \mu m_A}{m_A + m_B}}$
- b) $v_A = \sqrt{2gd \frac{\frac{m_B}{2} - \mu m_A}{m_A + \frac{m_B}{4}}}$
- 2) $\vec{v}_{f2} = (0.164\hat{i} - 0.085\hat{j}) \text{ m/s}$
- 5) $v_1 = v_2 = 5.65 \text{ km/s}$
- 6) a) 250 kgm/s , b) 25 N
 d) $\vec{v}_f = (1.4\hat{i} + 1.9\hat{j}) \text{ m/s}$
 (tomando $\vec{F} = F\hat{j}$)
- 10) a) 3750 J , b) 5362 J , c)
 c) 9112 J , d) 7.1 m/s
- 14) 6.33 m
- 16) a) 3.85 m/s , b) -24.5 J , c) si,
 d) 1.6 m/s , 1 m , e) $W_{fr} = -37 \text{ J}$,
 $W_{Fel} = 0$, $W_N = 0$
- 23) Caso 1: $\sqrt{5gR}$, Caso 2: $\sqrt{4gR}$, c) 5.2 m/s
- 30) $v_A = 11262.6 \text{ km/h}$, $v_B = 19560.4 \text{ km/h}$
- 31) 941 km

* Los problemas indicados con este asterisco serán comprobados experimentalmente en el laboratorio.