

OAF

olimpiada argentina de fisica

cuadernillo de prácticas

MECÁNICA



400 AÑOS
UNC | Universidad
Nacional de Córdoba



Ministerio de
Educación
Presidencia de la Nación

**ASOCIACION
FISICA
ARGENTINA**

La Olimpiada Argentina de Física, es una actividad creada y desarrollada en el seno de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FaMAF), de la Universidad Nacional de Córdoba.

Por resolución Nro. 612/98 del Honorable Consejo Superior de la Universidad Nacional de Córdoba, el Programa Olimpiada Argentina de Física forma parte de las actividades de extensión de esa casa de altos estudios.

Desde el año 1994, el Ministerio de Educación de la Nación auspicia y financia esta actividad.

La Olimpiada también es auspiciada por la Asociación Física Argentina (AFA).

Responsable Legal

Dra. Esther Galina (Decana Famaf)

Responsable Pedagógico

Dr. Gustavo Monti

Comité Organizador Ejecutivo de OAF

Dr. Gustavo Monti

Dr. Guillermo Aguirre Varela

Consejo Académico de OAF

Dr. Rodrigo Bürgesser

Dr. Sergio Ceppi

Dr. Carlos Condat

Dr. Axel Dente

Dr. Pedro Lamberti

Dra. Silvina Pérez

Dr. Rodolfo Pereyra

Dr. Guillermo Stutz

Dr. Alberto Wolfenson

esto para qué sirve? cómo lo uso?...

Este cuadernillo está pensado como otro instrumento (además de entrenamientos, pruebas preparatorias, pruebas locales, concursos de videos...) para acercar a docentes y alumnos en la actividad “Olimpiadas de Física”. Con este objeto es que proponemos estas... “excusas”: ejercicios, situaciones problemáticas y problemas.

Esperamos que los alumnos intenten y logren resolver las propuestas planteadas en este cuadernillo, respondiendo las preguntas y elaborando las soluciones de los problemas dados. Por supuesto, esto no será posible sin que los docentes asesoren, ayuden y guíen a sus estudiantes.

Estos cuadernillos deben ser tomados como herramientas para que los estudiantes logren una mejor lectura comprensiva, elaboren sus propios mode-

los mentales para “comprender” las situaciones problemáticas, y manejen y asimilen los conceptos matemáticos necesarios en la resolución de todos los problemas que involucren la física.

Les sugerimos que comiencen con una lectura cuidadosa y detenida de todas las propuestas, llegando a la posterior contestación de las mismas sin que su simplicidad impida una discusión profunda de todas ellas.

Mecánica

La Física permite responder algunas preguntas que surgen de observar, por ejemplo, fenómenos cotidianos. Además nos confiere la posibilidad de predecir y proyectar, de comprender y de aventurarnos en lo desconocido. El estudio de la Física da respuestas y, a su vez, genera nuevas preguntas.

Quizás se pueda decir que a partir de las observaciones astronómicas de Galileo, y de querer explicar el movimiento de planetas y satélites se desarrolló una gran parte de la rama de la Física llamada mecánica.

La mecánica, en la acepción de la palabra dentro del contexto de las ciencias físicas, **se refiere al estudio del movimiento de partículas y sólidos.**

En este cuadernillo nos referiremos a la *mecánica clásica* y dentro de ella

haremos uso de una formulación particular, la llamada *mecánica newtoniana*.

La *mecánica newtoniana* estudia el movimiento de partículas y sólidos en un espacio euclídeo tridimensional y la formulación básica de la misma se hace en sistemas de referencias inerciales donde las ecuaciones básicas del movimiento se reducen a las Leyes de Newton; nombradas así en honor a Isaac Newton, quien hizo contribuciones fundamentales a esta teoría.

La mecánica se puede subdividir en:

- *Estática*, que trata de las fuerzas en equilibrio mecánico;
- *Cinemática*, que estudia el movimiento de los cuerpos sin importar las causas que lo producen; y
- *Dinámica*, que estudia los movimientos y las causas que los producen (fuerza y energía).

Cabe mencionar que la *mecánica newtoniana* es adecuada para describir eventos físicos de la experiencia diaria; es decir, eventos que suceden a velocidades muchísimo menores que la velocidad de la luz y tienen escala macroscópica.

EJERCICIOS

1. La magnitud de la velocidad media de un móvil es:
- ☐ el cociente entre la distancia recorrida y el tiempo en que se recorrió.
 - ☐ el producto de la distancia recorrida y el tiempo en la que se recorrió.
 - ☐ el cociente entre el tiempo en que se recorrió una dada distancia y el valor de dicha distancia.
2. La velocidad instantánea es igual a la velocidad media de dicho móvil cuando:
- ☐ el movimiento es uniforme.
 - ☐ el movimiento es uniformemente acelerado.
 - ☐ el movimiento es variado.

3. La relación entre espacio recorrido y tiempo en un movimiento uniforme se puede representar gráficamente mediante una:

- ☒ recta.
- ☐ una parábola.
- ☐ otra curva.

4. La relación entre espacio recorrido y tiempo en un movimiento uniforme acelerado se puede representar gráficamente mediante una:

- ☒ recta.
- ☐ una parábola.
- ☐ otra curva.

5. Un cuerpo está acelerado cuando:

- ☒ su velocidad cambia en el tiempo.
- ☐ cuando su velocidad es constante.
- ☐ cuando está en reposo.



6. Un cuerpo incrementa su velocidad cuando:
- ☐ su velocidad y su aceleración tienen igual dirección y diferente sentido.
 - ☐ cuando su velocidad y su aceleración tienen igual dirección y sentido.
 - ☐ cuando su aceleración es nula.
7. La densidad de un cuerpo esta definida por el cociente de:
- ☐ su masa y sobre su volumen.
 - ☐ su volumen y sobre su masa.
 - ☐ su masa y sobre el cuadrado de su volumen.

8. La masa de un cuerpo es una magnitud:
- ☐ escalar.
 - ☐ vectorial.
 - ☐ tensorial.



9. La segunda ley de Newton establece que la fuerza resultante aplicada sobre un cuerpo de masa m está dada por:



- ☐ el producto de su velocidad y su masa.
- ☐ el producto de su aceleración y su masa.
- ☐ el producto de su velocidad y su aceleración.

10. La fuerza, la aceleración y la masa son, respectivamente, magnitudes:

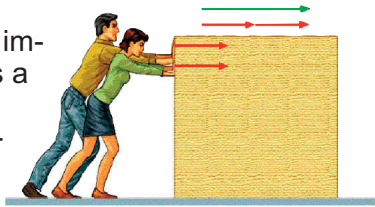
- ☐ vectorial, vectorial y escalar.
- ☐ vectorial, escalar y vectorial.
- ☐ escalar, vectorial y vectorial.

11. El impulso lineal de un cuerpo es una magnitud vectorial definida como el producto de:

- ☐ su masa por su aceleración.
- ☐ su masa por su velocidad.
- ☐ su velocidad por su aceleración.

12. El impulso lineal de un sistema formado por varios cuerpos es:

- ☐ la suma vectorial de los impulsos lineales correspondientes a cada uno de los cuerpos.
- ☐ la suma de los módulos de los impulsos lineales correspondientes a cada uno de los cuerpos.
- ☐ el producto vectorial de los impulsos lineales correspondientes a cada uno de los cuerpos.

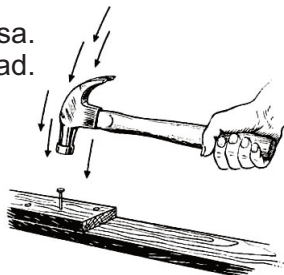


13. El trabajo realizado por una fuerza aplicada sobre un cuerpo está dado por el producto entre:

- ☐ la magnitud de la fuerza y desplazamiento del cuerpo a lo largo del cual sigue aplicada.
- ☐ la magnitud de la fuerza, el desplazamiento del cuerpo a lo largo de la cual sigue aplicada y el coseno del ángulo que forman las direcciones de la fuerza y el desplazamiento.
- ☐ la magnitud de la fuerza, el desplazamiento del cuerpo a lo largo de la cual sigue aplicada y el seno del ángulo que forman las direcciones de la fuerza y el desplazamiento.

14. La energía cinética de un cuerpo es la mitad del producto entre:

- ☐ su velocidad y su masa.
- ☐ su velocidad y el cuadrado de su masa.
- ☐ su masa y el cuadrado de su velocidad.



15. Las fuerzas de rozamiento son:

- ☐ conservativas.
- ☐ no conservativas (disipativas).
- ☐ no conservativas (disipativas) conservativas.

16. La energía potencial gravitatoria correspondiente a un cuerpo depende de:

- ☐ la gravedad terrestre, su masa y la altura a la que se encuentra el cuerpo respecto del suelo.
- ☐ la gravedad terrestre y la altura a la que se encuentra el cuerpo respecto del suelo.
- ☐ su masa y la altura a la que se encuentra el cuerpo respecto del suelo.

17. La energía mecánica total de un cuerpo es:

- ☐ la suma de la energía cinética y la energía potencial del cuerpo.
- ☐ la resta de la energía cinética y la energía potencial del cuerpo.
- ☐ es el producto de la energía cinética y la energía potencial del cuerpo.

18. La variación de energía mecánica total de un cuerpo es consecuencia del:

- ☐ trabajo de fuerzas no conservativas aplicadas sobre el cuerpo.
- ☐ de la inercia del cuerpo.
- ☐ teorema de conservación de la energía mecánica.



19. Un cuerpo se dice rígido cuando:

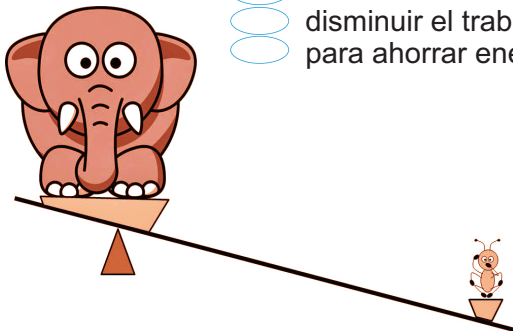
- ☐ la distancia entre dos puntos cualesquiera de cuerpo se mantiene constante.
- ☐ la distancia entre dos puntos cualesquiera de cuerpo no se mantiene constante.
- ☐ tiene asociado un alto valor del índice de Rockwell.

20. Un cuerpo está en equilibrio cuando:

- ☐ la resultante de las fuerzas que actúan sobre él es cero.
- ☐ las resultantes de las fuerzas y momentos que actúan sobre él son nulos.
- ☐ la resultante de los momentos de las fuerzas que actúan sobre él es cero.

21. Una palanca es una máquina simple que consta de una barra y un punto de apoyo que se utiliza para:

- ☐ transmitir fuerza.
- ☐ disminuir el trabajo.
- ☐ para ahorrar energía.



22. Una palanca es está en equilibrio cuando:

- ☐ el producto de la longitud del brazo de potencia por la fuerza que se ejerce es igual al producto de la longitud del brazo de resistencia por la resistencia que opone el cuerpo que se pretende mover.
- ☐ cuando la longitud del brazo de resistencia es igual a la longitud del brazo de potencia.
- ☐ cuando la fuerza aplicada es igual a la resistencia que opone el cuerpo que se pretende mover.

23. Ejemplos de mecanismos en los que está presente “la palanca” son:

- ☐ las pinzas, la carretilla, la escoba, la balanza de platillos, la balanza romana, las tijeras, la pala, la puerta, la polea.
- ☐ las pinzas, la carretilla, la escoba, la balanza de platillos, la balanza romana, las tijeras, la pala, la puerta, el rompenueces.
- ☐ las pinzas, la carretilla, la escoba, la balanza de platillos, la balanza romana, las tijeras, la pala, el tornillo, la puerta.

SITUACIONES PROBLEMÁTICAS

Situación 1

Suponga una partícula que se desplaza una distancia $d= 500m$, describiendo una trayectoria rectilínea en un tiempo $t=60s$.

- a) Esquematice la situación propuesta.
- b) Determine la velocidad media de la partícula al realizar dicho desplazamiento.

Situación 2

Suponga una partícula que se desplaza una distancia $d= 500m$, describiendo una trayectoria rectilínea con y velocidad constante de modulo $V= 20m/s$.

- a) Esquematice la situación propuesta.
- b) Determine el tiempo que emplea la partícula para realizar dicho desplazamiento.

Situación 3

Considere una partícula que se desplaza una distancia $d= 1000m$, describiendo una trayectoria rectilínea. Suponga que dicha partícula partió del reposo y que tiene una aceleración $a= 0,2m/s^2$.

- Esquematice la situación propuesta.
- Determine el tiempo que empleó la partícula para realizar dicho desplazamiento.
- Calcule la velocidad media de la partícula.
- Calcule la velocidad que alcanzó la partícula al final del recorrido.
- De una expresión para la magnitud de la velocidad instantánea de la partícula.

Situación 4

Considere una partícula que se desplaza una distancia $d= 1000m$, describiendo una trayectoria rectilínea. Suponga que dicha partícula tenía inicialmente una velocidad $V= 20m/s$ y que al final de su recorrido su velocidad era nula. Suponga que realizó el desplazamiento en 100s.

- Esquematice la situación propuesta.
- Determine la aceleración de la partícula durante dicho desplazamiento.

- c) Calcule la velocidad media de la partícula.
- d) Calcule la velocidad que alcanzó la partícula en el punto medio de su recorrido.
- e) De una expresión para la posición de la partícula en función del tiempo.

Situación 5

Considere una partícula de masa $m=2kg$ sobre la que actúa una fuerza de modulo $F= 10N$. Suponga que dicha partícula inicialmente ($t=0$) estaba en reposo y que la fuerza se aplicó durante 100s.

- a) Esquematice la situación propuesta.
- b) Determine la aceleración de la partícula durante dicho período de tiempo.
- c) Escriba una expresión para la velocidad instantánea de la partícula para este periodo de tiempo y también para un tiempo posterior a los 100s.
- d) Calcule la velocidad que alcanzó la partícula a los 100s.
- e) Calcule la velocidad media de la partícula para el intervalo de tiempo entre 0s y 100s.

Situación 6

Considere una partícula de masa $m=2\text{kg}$ que es arrastrada, con un hilo, mediante una fuerza de modulo $F= 10\text{N}$. Suponga que la partícula rosa sobre una superficie que le imprime una fuerza de rozamiento de $Fr= 3\text{N}$.

- a) Esquematice la situación propuesta.
- b) Determine la aceleración de la partícula.

Situación 7

Considere una partícula de masa $m=2\text{kg}$ (inicialmente en reposo) que es arrastrada, mediante un hilo, sobre una superficie plana mediante una fuerza de modulo $F= 10\text{N}$ paralela a dicha superficie. Suponga que la partícula rosa sobre la superficie lo que le imprime una fuerza de rozamiento $Fr= 4\text{N}$ y que se desplaza 10m .

- a) Esquematice la situación propuesta.
- b) Determine el trabajo realizado por las fuerzas actuantes sobre la partícula.
- c) Determine la variación de la energía cinética de la partícula.

Situación 8

Considere una partícula de masa $m=2\text{kg}$, inicialmente en reposo, que cae li-

brememente desde una altura $h=10m$ por acción de la gravedad terrestre.

- a) Esquematice la situación propuesta.
- b) Determine el trabajo realizado por las fuerzas actuantes sobre la partícula.
- c) Determine la variación de energía potencial de la partícula.
- d) Determine la variación de la energía cinética de la partícula.

Situación 9

Considere una barra de 100cm de largo, que será usada para hacer una “palanca” de primer orden y desplazar un objeto de masa $m=200kg$. Suponga que la distancia entre el punto de apoyo elegido y el objeto es de 20cm.

- a) Esquematice la situación propuesta.
- b) Determine la fuerza mínima necesaria que se deberá realizar para mover el objeto cuando se use “la palanca”.

PROBLEMAS

Cañonazo!!!

Se trata de utilizar un cañón para enviar verticalmente, hasta una cierta altura, cargas que contienen instrumental científico.

El cañón está dispuesto de tal modo que la fuerza impulsora, producida por los gases de la explosión, es constante a lo largo del trayecto de la carga dentro del cañón y se anula cuando la carga lo abandona. Llamamos F al módulo de esta fuerza y l a la longitud del cañón. Se desprecian las fuerzas de roce, tanto de la carga con el cañón como de ésta con el aire. Se desea saber:

- a) Las direcciones, sentidos e intensidades de las fuerzas que actúan sobre la carga mientras esta se desplaza dentro del cañón, así como las de su resultante.
- b) La fuerza total que actúa sobre la carga fuera del cañón en:
 - b₁) el punto medio de la trayectoria ascendente;

- b_2) el punto de máxima altura;
- b_3) el punto medio de la trayectoria descendente.
- c) El trabajo realizado por la fuerza F de los gases sobre la carga.
- d) La energía cinética y la velocidad de la carga en el instante de salir por la boca del cañón.
- e) La clase de movimiento de la carga dentro del cañón, la ley que describe ese movimiento y el valor o expresión de los parámetros o constantes de esa ley para este problema. Fundamente su respuesta.
- f) La clase de movimiento de la carga fuera del cañón, la ley que describe su movimiento y el valor o expresión de los parámetros o constantes de esa ley para este problema. Fundamente su respuesta.
- g) La altura máxima alcanzada por la carga.

Un juego interesante

Un lugar del "Córdoba Shopping Center" había un juego consistente en un pista, con "lomo de burro" y rampas, como se esquematiza en la figura. El juego consistía en lanzar un tejo desde A , de tal manera que quedara apisionado en el pozo CD . Un jugador con conocimientos de física, inspirado en el juego, decidió hacer algunos cálculos como los que se piden a continuación,

$\alpha_c = 30^\circ$
 $m = 0,2 \text{ kg}$
 $R = 1 \text{ m}$
 $d = 0,5 \text{ m}$
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

The diagram shows a mechanical system on a horizontal dashed line. A curved track starts at point A on the left, rises to a peak at point C, and then descends to a point G. A vertical line segment of length R connects the center of the track's circular arc to point C. A horizontal line segment of length d extends from the center to point G. A curved arm of length R is pivoted at the center and passes through point B on the track. A vertical line segment of length d extends from the center to point H on the arm. A curved arm of length R is pivoted at the center and passes through point D on the track. A vertical line segment of length d extends from the center to point F on the arm. A curved arm of length R is pivoted at the center and passes through point E on the track. A vertical line segment of length d extends from the center to point G on the arm. A curved arm of length R is pivoted at the center and passes through point H on the track. A vertical line segment of length d extends from the center to point I on the arm. A curved arm of length R is pivoted at the center and passes through point J on the track. A vertical line segment of length d extends from the center to point K on the arm. A curved arm of length R is pivoted at the center and passes through point L on the track. A vertical line segment of length d extends from the center to point M on the arm. A curved arm of length R is pivoted at the center and passes through point N on the track. A vertical line segment of length d extends from the center to point O on the arm. A curved arm of length R is pivoted at the center and passes through point P on the track. A vertical line segment of length d extends from the center to point Q on the arm. A curved arm of length R is pivoted at the center and passes through point R on the track. A vertical line segment of length d extends from the center to point S on the arm. A curved arm of length R is pivoted at the center and passes through point T on the track. A vertical line segment of length d extends from the center to point U on the arm. A curved arm of length R is pivoted at the center and passes through point V on the track. A vertical line segment of length d extends from the center to point W on the arm. A curved arm of length R is pivoted at the center and passes through point X on the track. A vertical line segment of length d extends from the center to point Y on the arm. A curved arm of length R is pivoted at the center and passes through point Z on the track. A vertical line segment of length d extends from the center to point A on the arm.

- 23

Una balanza de resorte

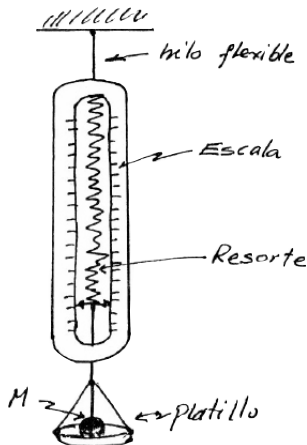
Una balanza de resorte es un dispositivo similar al esquematizado en la figura. Si se suspende un cuerpo de ella el resorte se estira y la fuerza que el mismo aplica al objeto suspendido es directamente proporcional a dicho estiramiento ($F=k\Delta l$; F : fuerza ejercida por el resorte; k : constante elástica del resorte; Δl : estiramiento del resorte).

Considere una balanza de resorte en la ciudad de Córdoba (31° de latitud sur); la longitud del resorte, cuando no hay ningún cuerpo colocado en su platillo, es L_0 y el valor de la constante elástica es $k=9,79\text{N/m}$.

Se coloca ahora en el platillo de la balanza un cuerpo de masa M y una vez alcanzado el equilibrio se observa que el estiramiento del resorte es de 10 cm.

Se pide:

- Dibujar un diagrama vectorial con todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.



- b) Determinar el valor de M a partir de la medición hecha con la balanza, expresándolo en kg .
- c) ¿En cuánto difiere el valor del peso del cuerpo, dado por la balanza, del producto Mg ? (g es la aceleración de la gravedad del lugar).
- d) Qué ángulo forma el eje del resorte con la dirección definida por el radio terrestre del lugar, supuesta la tierra de forma esférica?
- e) Ubique el o los lugares sobre la Tierra donde el valor del peso, medido por la balanza, coincida con el valor Mg (justifique su respuesta).
- f) Ubique el o los lugares sobre la Tierra donde el peso indicado por la balanza sea mínimo (justifique su respuesta).
- g) Ubique el o los lugares sobre la Tierra donde el eje del resorte coincide con la dirección definida por el radio terrestre del lugar (justifique su respuesta).

Datos: *Radio de la tierra* = 6.400 km ; $g=9,79\text{m/s}^2$

Alaska, 5 de enero de 1936

Un esquimal, que ha perdido sus perros, desea regresar a su iglú. Para ello debe cruzar una laguna congelada. Aprovechando el declive de la costa se monta en su trineo y, partiendo del reposo, se deja deslizar libremente hacia

la laguna. El empalme entre la superficie de la costa y la laguna es suave. La masa del trineo mas la del esquimal y toda su carga es $M = 100 \text{ kg}$.

- a) Al llegar a la superficie de la laguna la velocidad del trineo es de 10 m/s .

Determine la altura, sobre la superficie de la laguna, desde donde comenzó a deslizar el trineo. Para esto suponga que, para este tramo del viaje, el rozamiento puede considerarse despreciable.

- b) A los 10 s de deslizar por la superficie horizontal de la laguna (con rozamiento también despreciable) el esquimal debe arrojar parte de su carga para auyentar un oso que obstaculiza su camino. El proyectil, de masa $m = 2 \text{ kg}$, es arrojado hacia adelante en dirección horizontal y abandona la mano del esquimal con $v = 5 \text{ m/s}$ respecto al trineo.

Calcule la velocidad del trineo después del lanzamiento del proyectil.

- c) A los 10 s de haber arrojado el proyectil el trineo llega a la otra costa. Calcule la longitud del camino, sobre la laguna, que recorrió el esquimal. Considere como instantáneo el acto de arrojar el proyectil.
- d) El empalme entre la superficie horizontal de la laguna y esta otra costa, también es suave. La superficie (hielo) de la “rampa” de as-

censo es plana, con una pendiente de 15° , pero ahora presenta rozamiento cuyo coeficiente es $\mu = 0.75$.

Calcule la altura máxima hasta la que podría trepar el trineo, si la rampa helada fuese lo suficientemente larga.

- e) En realidad, la rampa se eleva solo hasta 1m sobre la superficie de la laguna y luego empalma suavemente con una superficie horizontal.

Considerando que la temperatura del hielo de la rampa de ascenso fuera de 0°C , calcule la cantidad de hielo que se funde por el paso del trineo, suponiendo que la temperatura del agua resultante es también de 0°C .

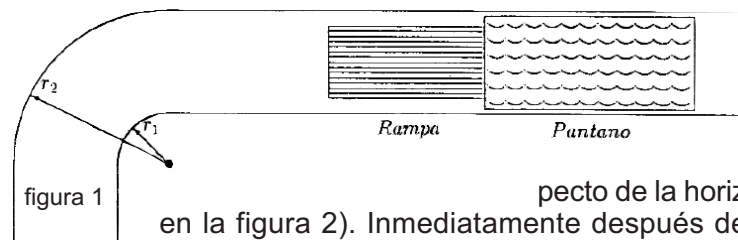
- f) Por último, calcule la velocidad que tendrá el trineo al iniciar su movimiento sobre la superficie horizontal final.

Datos: Para los puntos d), e) y f) considere despreciable las contribuciones de los tramos de empalme entre las superficies horizontales y la rampa.

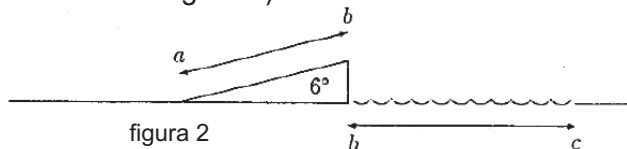
Considere la aceleración de la gravedad $g = 10 \text{ m/s}^2$; el calor latente de fusión del agua es 80 cal/g y su calor específico es de 1 cal/g . El equivalente mecánico de una caloría es igual a 4.2 J .

Una carrera de regularidad

El propietario de un vehículo pequeño, de 500 kg de peso, decide participar en un rally de regularidad. El reglamento de la prueba exige que la velocidad de los vehículos sobre el pavimento debe ser mantenida constante e igual a 80 km/h . Un tramo de la pista en la que se desarrolla la competencia, vista desde el aire, es mostrada en la figura 1.



En uno de sus tramos rectos la pista tiene una rampa de 10 m de longitud y una inclinación de 6° respecto de la horizontal (segmento $a-b$ en la figura 2). Inmediatamente después de esa rampa hay un pantano muy profundo de 15 m de largo y de todo el ancho de la pista. (segmento $b-c$ en la figura 2).



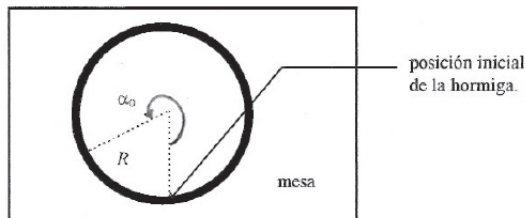
1. ¿Qué fuerza adicional debe impartirse al vehículo (a través del mecanismo del motor-transmisión) para que su velocidad se mantenga en 80 km/h a lo largo de todo el tramo (a-b)?
2. Dadas las condiciones impuestas por el reglamento, ¿logrará el vehículo saltar de un lado a otro del pantano? Justifique su respuesta.
3. Antes de encontrar la rampa y el pantano, el conductor deberá transitar por la curva mostrada en la figura 1. Esta curva es de forma circular con radio interno $r_1 = 60\text{ m}$ y radio externo $r_2 = 70\text{ m}$. Sabiendo que el coeficiente de rozamiento estático entre los neumáticos del automóvil y el pavimento es $\mu = 0.8$ y suponiendo que el conductor tomará la curva siguiendo una trayectoria circular, ¿cuál es el radio mínimo de esa circunferencia para que el vehículo no derrape?

Nota: Considere a la aceleración de la gravedad, g , igual a $9,8\text{ m/s}^2$.

La hormiga y la rueda

Una hormiga, inicialmente en reposo, comienza a caminar sobre el lado interno del borde de una rueda circular de radio $R = 25\text{ cm}$ (ver figura). La rueda está apoyada sobre un plano horizontal (con su eje perpendicular al plano) y firmemente pegada al mismo, de forma tal que no puede moverse. Durante los primeros $t_1 = 10\text{ segundos}$ desde que la hormiga comienza a

caminar, ella se mueve con una aceleración tangencial constante $a_t = 0,1 \text{ cm/seg}^2$. A partir del tiempo t_1 la hormiga sigue su marcha con velocidad tangencial constante. Al tiempo en que el ángulo recorrido (θ_0) es de 300° , la hormiga comienza a frenarse, con aceleración tangencial constante, de tal manera que llega al punto de partida con velocidad nula.



- ¿Cuánto tiempo tarda la hormiga en llegar a la posición angular $\theta_0 = 300^\circ$?
- ¿Cuánto tiempo le lleva a la hormiga volver a la posición inicial tras recorrer una vuelta completa sobre el borde de la rueda?
- ¿Cuál es la aceleración tangencial final de la hormiga (es decir, a partir de $\theta = \theta_0 = 300^\circ$)?
- ¿En qué instantes de tiempo la aceleración total de la hormiga es máxima?
- Dibujar esquemáticamente la fuerza que la rueda ejerce sobre la hormiga:
 - en el punto de partida de la hormiga;

- e_2) en el punto en el que la hormiga se encuentra al tiempo t_1 ;
- e_3) cuando la hormiga se mueve con velocidad tangencial constante;
- e_4) en el punto final del recorrido.

Suponga ahora que la rueda se libera completamente y que entre ella y la superficie en la que está apoyada no hay rozamiento. La masa de la hormiga, m , es igual a la masa de la rueda.

- f) Describa, siguiendo la secuencia de movimientos de la hormiga indicada en el primer párrafo, el movimiento del centro de masa del sistema rueda-hormiga.
- g) Desde un sistema de referencia fijo al centro de masa, describa el movimiento de la hormiga y del centro de la rueda, en cada una de las etapas indicadas anteriormente.

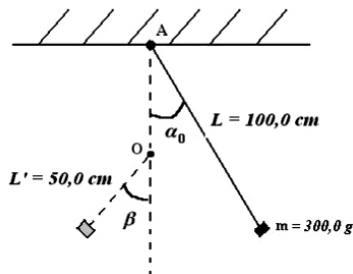
Herencia italiana

He heredado un reloj de péndulo que trajo mi bisabuelo hace muchos años y quisiera instalarlo en mi casa nueva. Está empotrado en una caja de madera que, en su parte posterior tiene algunas indicaciones de fábrica. Después de traducirlas puedo leer:

“Reloj fabricado en Roma, 1738. Su mecanismo consiste en

un péndulo construido con un hilo especial muy delgado de 100,0 cm de longitud y una masa de 300,0 g. El hilo puede soportar una tensión de hasta 3,30 N”.

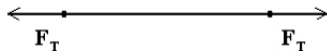
Para controlar el funcionamiento del reloj, libero la masa desde una amplitud inicial α_0 y encuentro que éste atrasa. Como no quisiera cambiar la estructura del reloj, un amigo me sugiere interponer un obstáculo, O, sobre la vertical al punto de apoyo y 50 cm por debajo de éste, de manera de modificar el periodo total de oscilación. Me recomienda especialmente que no debe haber fricción entre el hilo del péndulo y el obstáculo al que podría considerar como un cilindro de radio muy pequeño. Para orientarme me hizo el siguiente diagrama:



Antes de realizar los cambios decido hacer algunos cálculos:

- a) Si colocara el obstáculo y volviera a dejarlo oscilar desde una amplitud inicial $\alpha_0 = 15^\circ$.
¿Cuál sería el ángulo $\beta_{\max}$ de máximo apartamiento de la vertical?
- b) Considerando que las amplitudes de oscilación son suficientemente pequeñas como para aceptar que el periodo de un péndulo sin obstáculo se calcula como $T = 2\pi (L/g)^{1/2}$, ¿cuál sería el nuevo período total de oscilación del péndulo modificado?
- c) ¿Cuál es el valor de la tensión en el hilo para ángulos $0 \leq \beta \leq \beta_{\max}$?
- d) ¿Será posible la modificación sugerida dadas las condiciones especificadas de fábrica para el hilo? Justifique su respuesta por medio de cálculos.

Nota: La tensión sobre un hilo es el módulo de la fuerza F_T aplicada en ambos extremos del mismo como se muestra en la figura.

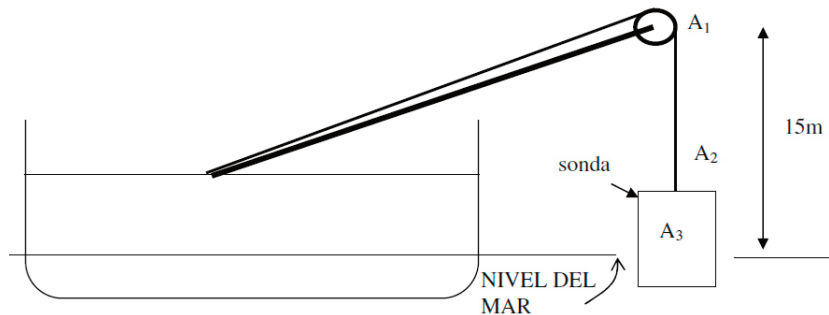


Una misión en alta mar

Un buque oceanográfico parte en una misión para medir la concentración de oxígeno diluido en el agua de mar, en una región del océano Atlántico en el

rango de 0 a 2000 *metros* de profundidad.

La sonda de que se dispone está construida con acero, debido a que las presiones que debe soportar son muy altas. Ella tiene forma cilíndrica de radio $R= 0.25m$ y de altura $L=1m$. Su masa es $M=500kg$. El enganche entre la sonda y el cable para levantarla es un acople roscado. Todo el acople, una vez enroscado, queda incluido dentro del cilindro de la sonda y su masa está incluida en la masa de la sonda. Una vez preparada la sonda se la transfiere a la grúa que la va a sumergir hasta los 2000m de profundidad. El cable de acero, de 1.5cm de diámetro, tiene una densidad de $5500kg/m^3$. En la figura se muestra el esquema de la grúa del barco.



El punto A_1 es el punto a partir del cual el cable no hace contacto con la polea y está a 15m sobre el nivel del mar. A_2 es el punto donde termina el cable y empieza la sonda, mientras A_3 indica el centro geométrico de la sonda el cual coincide con su centro de masa. Si la sonda desciende con velocidad constante:

- a) Calcule la fuerza que está haciendo el cable en A_2 cuando A_3 está a un metro sobre el nivel del mar.
- b) Calcule la fuerza que está haciendo el cable en A_2 cuando A_3 está a un metro por debajo del nivel del mar.
- c) Calcule la fuerza que hace el cable en A_1 cuando A_3 está a 2000m por debajo del nivel del mar.

Una vez terminadas las mediciones se empieza a enrollar el cable. Cuando A_3 está a medio metro por debajo del nivel del mar, el diámetro de la bobina en la que está enrollado el cable es $D=64cm$ y el eje de la bobina está a nivel del mar.

- d) Grafique la fuerza que hace el cable en el punto A_2 desde que A_3 está a 0.5m por debajo del nivel del mar hasta que A_3 está a 1.5m sobre el nivel del mar.
- e) Calcule el trabajo realizado por el motor que enrolla el cable, para llevar A_3 desde 0.5m por debajo del nivel del mar hasta 1.5 m por

encima del nivel del mar. Desprecie el rozamiento en los ejes de todas las poleas.

Los enunciados de la sección Problemas formaron parte de las pruebas teóricas tomadas en distintas Instancias Nacionales de la Olimpiada Argentina de Física:

- Cañonazo!!!, 1991.
- Un juego interesante, 1993.
- Una balanza de resorte, 1994.
- Alaska, 5 de enero de 1936, 1995.
- Una carrera de regularidad, 1996.
- La hormiga y la rueda, 1997.
- Herencia italiana, 2000.
- Una misión en alta mar, 2001.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

- A. Maiztegui, J. Sábato, *Introducción a la Física*, Editorial Kapeluz.
- R. Serway, *Física*, Tomo 1 y 2, Editorial Mc Graw Hill.
- R. Resnick, D. Halliday, K. Krane, *Física*, Volumen 1, 4ta. edición, Editorial CECSA.
- Sears, Zemansky, Young & Freedman, *Física*, 12da. edición, Editorial Addison-Wesley (Pearson Educación).

La Olimpíada Argentina de Física (OAF) promueve la participación de docentes y estudiantes en una actividad científica extraescolar, que si bien tiene aspectos competitivos, no persigue como fin la competencia. Se entiende que la OAF es una tarea extraescolar en el sentido de que se propone desde afuera de la escuela, pero su preparación y desarrollo debe servir como un elemento más en las actividades en el aula de Física.

Una característica principal de la Olimpíada de Física es su descentralización: en distintas regiones del país, escuelas y docentes participan en la organización con total independencia y sin competir entre las regiones, cada una dentro de sus posibilidades y en su propio nivel. Se parte desde cada establecimiento educativo individualmente (directivos, profesores, alumnos), para luego compartir experiencias con otros colegios en competencias más abarcativas, hasta llegar a la instancia nacional.

Otra característica muy importante, es la naturaleza misma de la Física que hace imprescindible que las pruebas tengan una parte de lápiz y papel y también una parte experimental, en la que el proceso de medición es central.



Olimpíada Argentina de Física
Facultad de Matemática, Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba
Medina Allende s/n - Ciudad Universitaria - 5000 - Córdoba - Argentina
Tel.: 0351-5353701 (int. 41361) - Correo electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar