

# IV Olimpiada Interregional de Física

## Regiones de Biobío y Ñuble

Prueba experimental

III Medio

Duración total: 120 minutos

### Instrucciones

- Al entrar al laboratorio, apague su celular y manténgalo así durante todo el desarrollo de la prueba.
- El uso de calculadoras está permitido si lo considera necesario.
- La prueba experimental consta de 3 situaciones a resolver.
- La prueba experimental es de carácter **grupal**, por ello es indispensable que adopte una actitud proactiva y se integre a cabalidad en el trabajo del grupo, aportando así lo que más pueda en favor del grupo.
- Antes de iniciar el trabajo conjunto, en cada situación es preciso que aborden la pregunta *¿Qué es lo que se les pide hacer?*. Para ello, es preciso aclarar en su totalidad qué van a hacer antes de ponerse a trabajar.
- Tenga en cuenta que cada actividad tiene en su encabezado el tiempo máximo que tendrán para solucionarla. Los monitores de sala les anunciarán el término de cada actividad y la necesidad de cambiar a la siguiente de inmediato.
- No está permitido interactuar con otros grupos de trabajo, solo con sus compañeros y compañeras de grupo.
- Todas las respuestas deben ser entregadas en el cuadernillo de respuestas en el espacio dedicado a cada ítem. No se corregirá nada que venga fuera de dichos espacios.
- Las hojas de este cuadernillo no deben ser rayadas.
- Para facilitar la corrección traten de ser lo más ordenados posible, además les pedimos emplear una letra que sea legible y sus respuestas deben venir con lápiz pasta azul o negro, por ningún motivo con lápiz grafito.
- Como los espacios dejados para sus respuestas tienen un tamaño acotado, sugerimos que redacten primero su respuesta como grupo en una hoja aparte, para luego transcribirlas en la hoja de respuesta.
- No olviden llenar sus datos en los espacios indicados en la hoja de respuestas.

## Situación 1. Análisis de un experimento.

Un grupo de estudiantes de un curso de física han leído en un libro que la fuerza de roce cinético, que afecta al movimiento de un cuerpo que resbala sobre una superficie, depende solo de la naturaleza de las superficies en contacto, tipificado a través del coeficiente de roce y de la fuerza de compresión entre el cuerpo y la superficie, llamada comúnmente *fuerza normal* ( $\mathbf{N}$ ). De este modo, en cualquier libro de texto se encuentra la expresión

$$\mathbf{F}_{\text{roce cinético}} = \mu_c \mathbf{N}. \quad (1)$$

A pesar de lo anterior, este grupo de estudiantes se pregunta si la temperatura de la superficie influirá en el coeficiente de roce, y por ello en la magnitud de la fuerza de roce.

Para realizar el estudio, los alumnos hacen el montaje indicado en la figura 1.

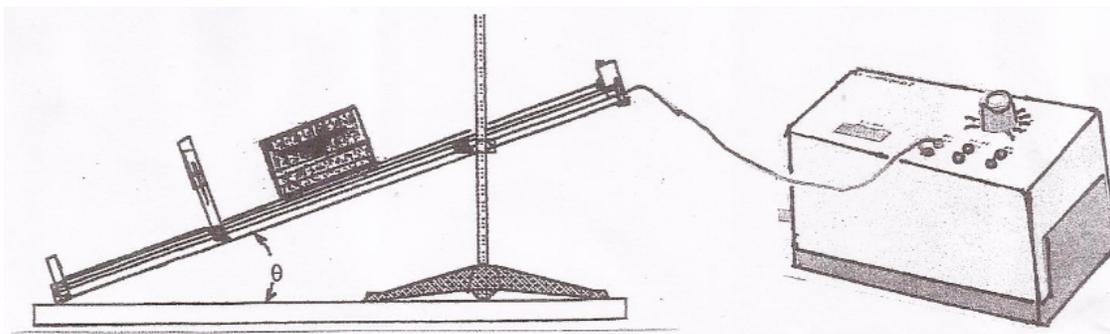


Figura 1: Montaje experimental utilizado por el grupo de estudiantes

La superficie del plano inclinado ha sido revestida de una capa de teflón, bajo el cual se han colocado resistencias eléctricas, que permiten calentar la superficie del teflón a una temperatura controlada. Sobre la superficie del teflón se hace deslizar un cuerpo sólido de acero, que se suelta siempre del extremo del plano. La aceleración con que se desliza el cuerpo cuando el ángulo de inclinación del plano,  $\theta$ , es de  $20^\circ$  es medida mediante un dispositivo óptico conectado al computador.

Para el ángulo de  $20^\circ$  se procedió a medir 10 veces la aceleración con que resbalaba el cuerpo para cada temperatura del plano. La tabla de valores que encuentra a continuación recoge los valores promedio de la aceleración y temperatura.

Aceleración [ $\text{m/s}^2$ ]	2.31	2.22	2.15	2.05	2.03	1.86	1.67
Temperatura [ $^\circ\text{C}$ ]	25	50	100	200	300	400	500

Cuadro 1: Tabla de valores obtenida por el grupo de estudiantes.

Supongan que el trabajo de este grupo de estudiantes quedó inconcluso y serán ustedes quienes deban determinar si la fuerza de roce cinético depende o no de la temperatura de la superficie. Para ello, será necesario que

- 1.1) Realicen un diagrama de todas las fuerzas actuando sobre el bloque mientras se desliza a lo largo del plano.
- 1.2) En base al diagrama de fuerzas obtenido en 1.1, y aplicando los principios de Newton, deduzcan una expresión que les permita determinar el coeficiente de roce cinético, en función de la aceleración de caída a lo largo del plano, la aceleración de gravedad y el ángulo  $\theta$  de inclinación.

1.3) A partir de la información reunida hasta ahora sobre la aceleración y el ángulo de inclinación, y empleando la expresión deducida por ustedes para determinar el coeficiente de roce cinético, completen la siguiente tabla de valores **EN LA HOJA DE RESPUESTAS**. Consideren, por simplicidad,  $\theta = 20^\circ$  y  $g = 10[m/s^2]$ .

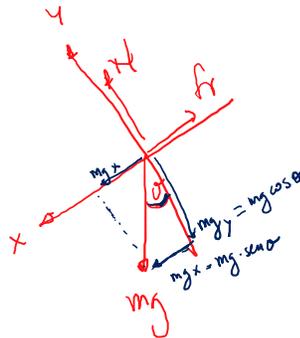
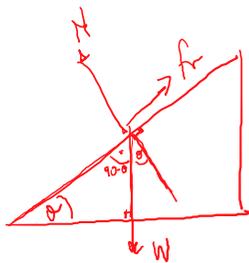
$$\mu = \frac{g \sin \theta - a}{g \cos \theta}$$

Coefficiente de roce cinético	Temperatura [° C]
0,1181	25
0,1277	50
0,1352	100
0,1450	200
0,1479	300
0,1660	400
0,1863	500

$a$   
2,31  
2,22  
2,15  
2,05  
2,03  
1,86  
1,67

Cuadro 2: Tabla de valores para rellenar (modelo, no rayar esta hoja)

- 1.4) Hagan un gráfico del coeficiente de roce cinético versus temperatura.
- 1.5) ¿Qué pueden concluir acerca de cómo varía la fuerza de roce cinético en función de la temperatura de la superficie?
- 1.6) ¿Cómo pueden interpretar este resultado?



$$F_r = \mu \cdot N$$

$$\text{Eje } x \Rightarrow mg \sin \theta - F_r = m \cdot a$$

$$\text{Eje } y \Rightarrow N - mg \cos \theta = 0 \Rightarrow N = mg \cos \theta$$

$$mg \sin \theta - (\mu \cdot mg \cos \theta) = m \cdot a$$

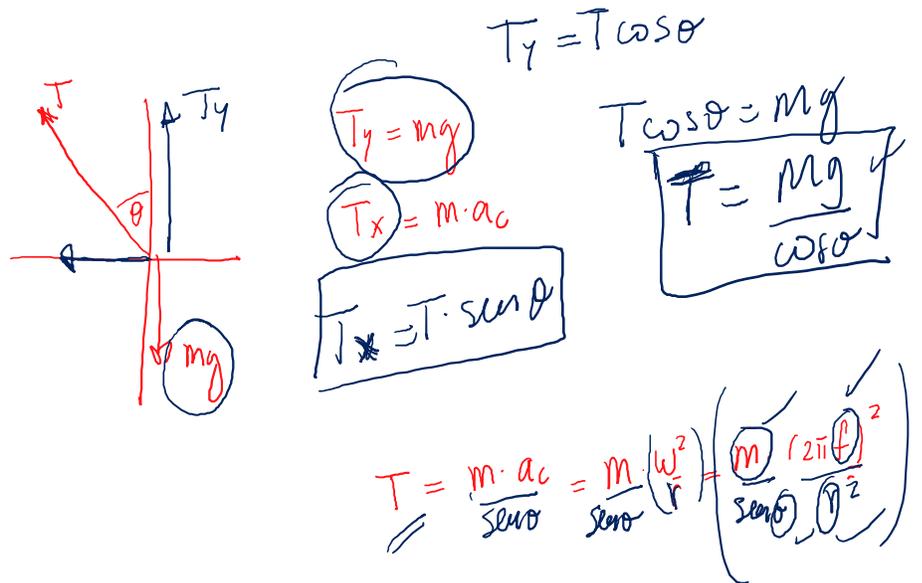
$$\mu = \frac{g \sin \theta - a}{g \cos \theta}$$



### Situación 3

En la mesa dispone de un cuerpo colgado de masa 0.25 [kg]. Procedan a sacar el cuerpo colgado de la posición de reposo, de modo que el hilo forme un ángulo de aproximadamente  $30^\circ$  respecto a la vertical. Una vez allí, denle un corto impulso lateral, de modo que se genere el llamado *péndulo cónico*.

- 3.1) Observen detalladamente el movimiento del péndulo cónico, de modo que puedan llegar a conocer las principales características de este tipo de movimiento. Sugerencia: Traten de que sus observaciones sean lo más **cuantitativas** posible.
- 3.2) Cuando un cuerpo describe una trayectoria circular, este está bajo la acción de una fuerza dirigida hacia el centro de giro. Mediante un diagrama de fuerzas, intenten identificar todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo mientras este describe una trayectoria circular, de modo que a partir de este diagrama puedan llegar a identificar la naturaleza de la fuerza que permite que el cuerpo describa dicha trayectoria. Su tarea consiste en, una vez determinada la naturaleza de esta fuerza, determinar su módulo.



# IV Olimpiada Interregional de Física

## Regiones de Biobío y Ñuble

Prueba teórica

III Medio

Duración total: 120 minutos

Primer Apellido	Segundo Apellido	Nombres	Liceo

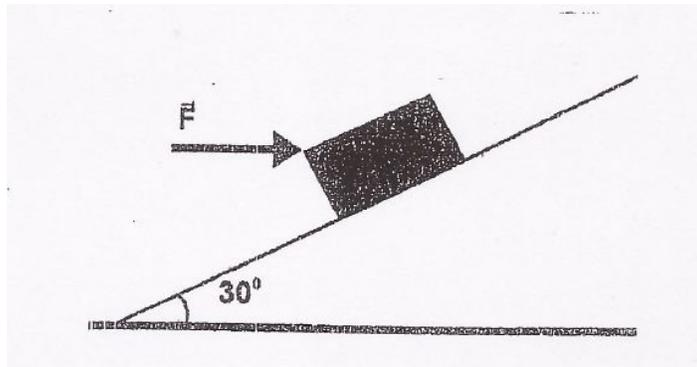
### Instrucciones

- Al entrar a la prueba teórica apague su teléfono celular.
- Puede hacer uso de calculadora si lo considera necesario, solo si usted posee. No tenemos calculadoras para facilitar.
- Para facilitar la corrección trate de ser lo más ordenado u ordenada posible. Además, le pedimos emplear una letra que sea legible y sus respuestas deben venir con lápiz pasta, por ningún motivo con lápiz grafito.
- Esta prueba posee dos tipos de ejercicios: las *preguntas*, que son de respuesta breve y que se responden en el espacio que haya disponible, ya sea marcando la alternativa, dibujando donde se indica o respondiendo a un lado de la pregunta; y los *problemas*, que se responden en el espacio asignado para cada uno en la página.
- Recuerde dejar claramente establecidos sus razonamientos.

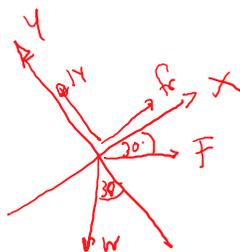
# Preguntas

## Pregunta 1

Un bloque de masa  $M$  es colocado sobre un plano inclinado rugoso, que forma un ángulo  $\theta$  con la horizontal, como se muestra en la figura. Una fuerza horizontal  $\vec{F}$  se aplica sobre el bloque.



- Haga un diagrama de todas las fuerzas actuando sobre el bloque.
- Encuentre la magnitud de  $\vec{F}$ , tal que el bloque se mueve hacia arriba del plano con aceleración constante  $a$ . Asuma que el plano es rugoso, con un coeficiente de roce cinético  $\mu_c$ .
- ¿Cuál debería ser el valor mínimo del coeficiente de roce estático, entre el bloque y el plano, de modo que cuando el bloque llegue arriba no caiga al dejar de actuar con  $\vec{F}$ ?



$$\text{Eje } x: f_r + F \cos 30^\circ - W \cdot \sin 30^\circ = M \cdot a$$

$$\text{Eje } y: N - F \sin 30^\circ - W \cos 30^\circ = 0$$

$$N = W \cos 30^\circ + F \sin 30^\circ$$

$$F \cos 30^\circ + \mu F \sin 30^\circ = M \cdot a + W \sin 30^\circ - \mu W \cos 30^\circ$$

$$F = \frac{M \cdot a + W \sin 30^\circ - \mu W \cos 30^\circ}{\cos 30^\circ + \mu \sin 30^\circ}$$

$$F \cos 30^\circ = M \cdot a + W \sin 30^\circ - f_r$$

$$F \cos 30^\circ = M \cdot a + W \sin 30^\circ - \mu (W \cos 30^\circ + F \sin 30^\circ)$$

$$F \cos 30^\circ = M \cdot a + W \sin 30^\circ - \mu W \cos 30^\circ - \mu F \sin 30^\circ$$

$$f_r = W \sin 30^\circ$$

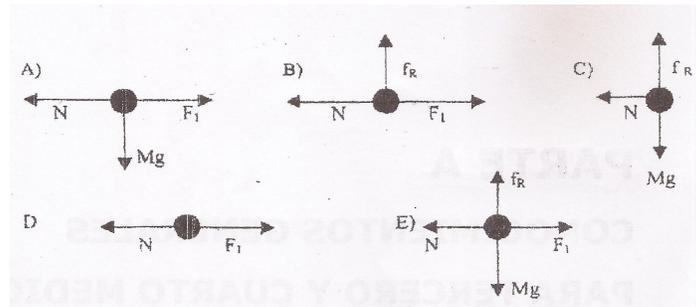
$$N = W \cos 30^\circ$$

$$M \cdot mg \cos 30^\circ = mg \sin 30^\circ$$

$$\mu = \tan 30^\circ$$

## Pregunta 2

Un bloque de masa  $M$  es comprimido contra una pared por la fuerza  $F_1$  y el bloque queda en reposo. El diagrama de cuerpo libre para  $M$  que mejor representa la situación física es



## Pregunta 3

Se sabe que el calor latente de vaporización del agua es de  $540 \text{ [cal/g]}$ . Suponga que su problema consiste en poder determinar este valor. Explique cómo haría un experimento para llegar a determinarlo.

$150^\circ\text{C}$   
Metal  
 $m_{\text{metal}}$

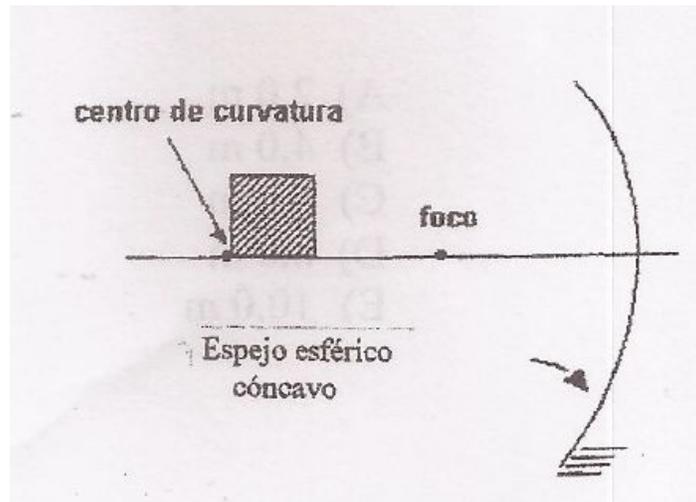
agua  $15^\circ\text{C}$   
& ambiente  
Madera  
Balanza

Diagrama de un experimento: un recipiente con agua y un metal se coloca sobre una balanza. Se indica  $T_{\text{final}}$  y "Balanza".

$$d_c = d_a$$
$$m_c \Delta T = m_a \Delta T + m \cdot L$$

## Pregunta 4

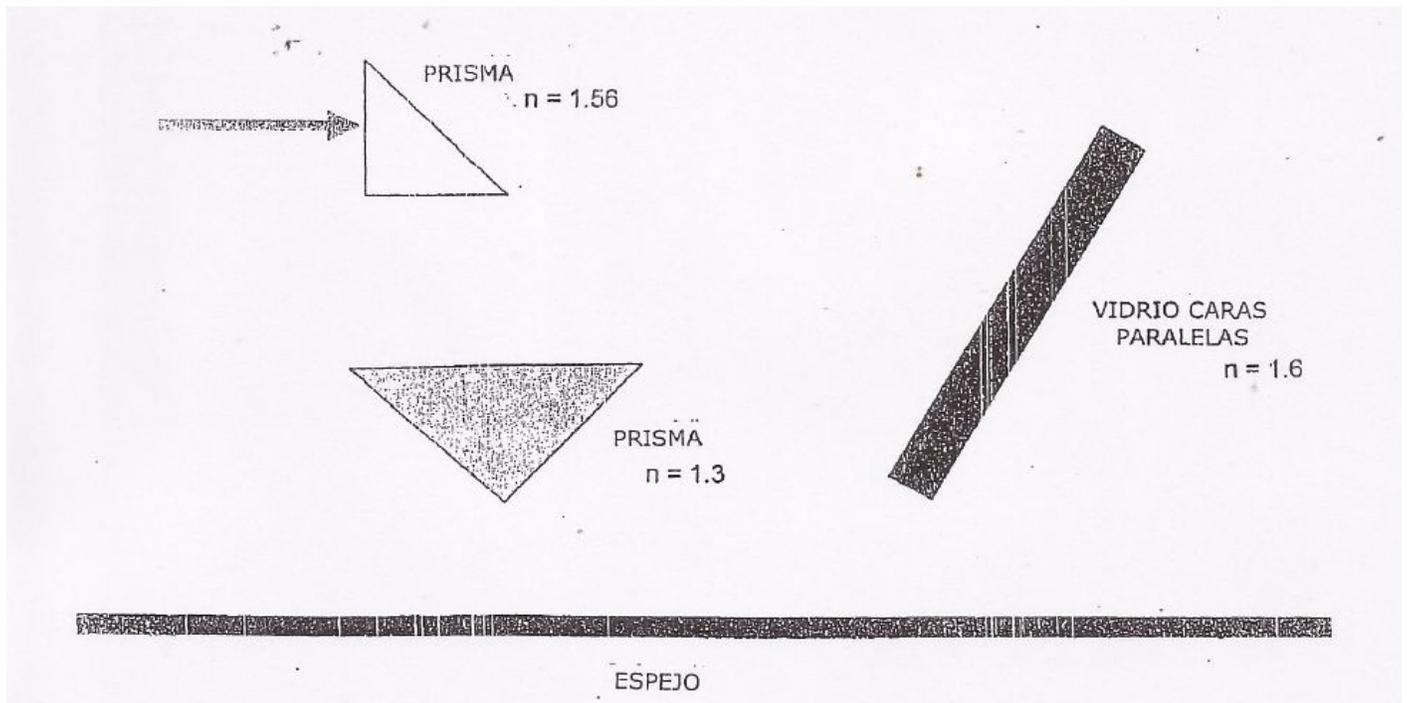
Un cuadrado está localizado sobre el eje principal de un espejo esférico cóncavo, como se muestra en la figura. El vértice inferior izquierdo del cuadrado está localizado exactamente sobre el centro de curvatura. La imagen del cuadrado dada por el espejo tendrá la forma de un:



- A) Cuadrado      B) Triángulo      C) Rectángulo      D) Trapecio      E) Indefinido

## Pregunta 5

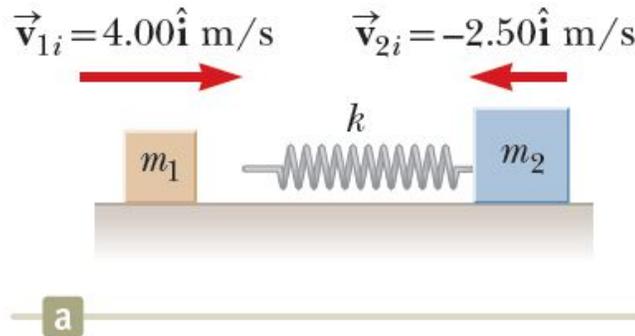
Un haz de luz láser incide sobre una sistema óptico que consiste en: espejo plano, prisma y placa de caras paralelas, como se muestra en la figura. Dibuje todos los posibles caminos seguidos por el haz de láser.



## Pregunta 6

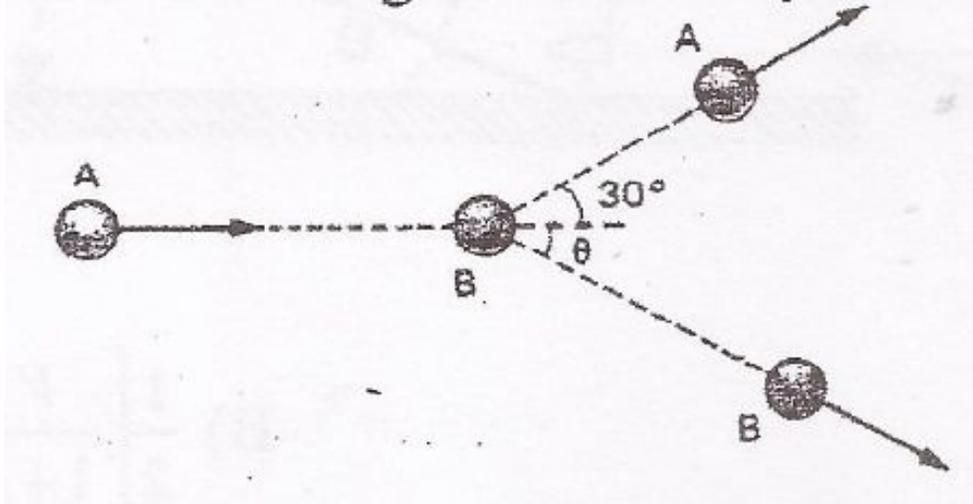
Un bloque de masa  $m_1 = 6$  [kg] inicialmente en movimiento hacia la derecha con rapidez  $v_1 = 4$  [m/s] en una superficie sin fricción, horizontal, choca con un resorte amarrado a un segundo bloque de masa  $m_2 = 2,1$  [kg] que inicialmente se movía hacia la izquierda con una rapidez de  $v_2 = 2,5$  [m/s], tal como se muestra en la figura. La constante del resorte es de  $600$  [N/m].

- Encuentre la velocidad de los dos bloques cuando están separándose luego de la colisión
- ¿Cuál es la compresión máxima del resorte?



## Pregunta 7

Dos esferas de acero A y B de igual masa están sobre una superficie horizontal lisa. La esfera B, inicialmente en reposo, es alcanzada en forma oblicua por la esfera A, que se movía con velocidad  $\vec{v} = 2\hat{i}$  [m/s]. Después del choque, A se mueve con una velocidad de 1,5 [m/s], formando un ángulo de  $30^\circ$  respecto del eje  $x$ , tal como se muestra en la figura. ¿Cuál es la velocidad de la esfera B después del choque? Recuerde indicar la magnitud y dirección.



## Pregunta 8

Una pelota que es lanzada horizontalmente entre un par de paredes paralelas experimenta una serie de rebotes en una y otra pared, cayendo una distancia aproximada de 4,9 [m] en un segundo en el campo gravitacional. Si las murallas fueran espejos ideales y un haz horizontal de luz fuera enviado de una pared a otra, la luz se reflejaría en una y otra pared, cayendo en 1 [s] una distancia de (explique brevemente su razonamiento)



# Problemas

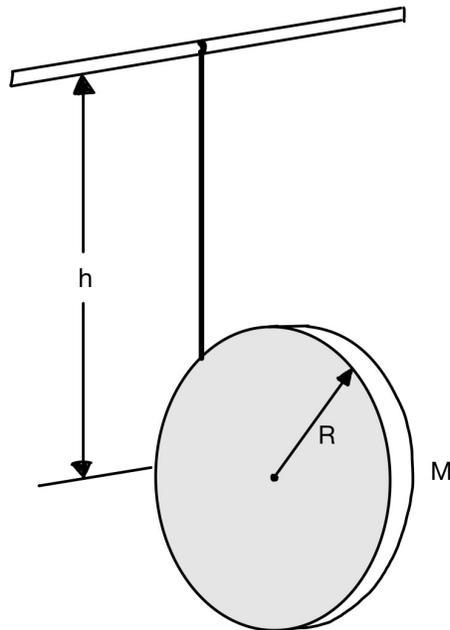
## Problema 1

Considere un planeta de radio  $R$  y masa  $M$ . Recuerde que la energía potencial gravitacional de un cuerpo de masa  $m$ , en presencia del campo gravitacional de un planeta de masa  $M$ , a una distancia  $r$  del centro de este último, está dada por  $U(r) = -\frac{GMm}{r}$ , donde  $G$  es la constante de Newton. Calcule la velocidad mínima que debe tener un cuerpo para escapar radialmente desde la superficie del planeta, hasta infinito. Estime el valor de la velocidad de escape para la Tierra, donde  $M_T = 5,97 \times 10^{24}$  [kg] y  $R_T = 6371$  [km]. La constante de Newton es  $G = 6,67 \times 10^{-11}$  [m<sup>3</sup>kg<sup>-1</sup>s<sup>-2</sup>]. Elabore acerca de las propiedades de un cuerpo celeste para el que la velocidad de escape es mayor que la velocidad de la luz en el vacío.

## Problema 2

Una cuerda se enrolla alrededor de un disco uniforme de radio  $R$  y masa  $M$ . El disco se suelta desde el reposo cuando la cuerda esta vertical y su extremo superior está amarrado a una varilla fija.

- Haga un diagrama de todas las fuerzas actuando sobre este sistema mientras baja.
- Plantee las ecuaciones dinámicas que permitan determinar la aceleración del centro de masa, con que baja el disco.
- Determine la tensión de la cuerda mientras baja el disco.
- ¿Cuál es la energía mecánica total cuando el disco ha bajado una altura  $h$ ?
- Explique qué sucede en el punto más bajo, cuando toda la cuerda se ha desenrollado y el dispositivo empieza ahora a subir.



### Problema 3

Un paracaidista de masa 80 [kg], en caída libre, demora 3 minutos después de abrir su paracaídas (inicio del conteo del tiempo  $t = 0$ ) en estar a una altura de 1700 [m] sobre el suelo. El gráfico de la figura 1 representa la velocidad del paracaidista en los primeros dos minutos después de abrir el paracaídas. La dependencia de la aceleración del paracaidista es también indicada en el anexo del gráfico de velocidad.

- Haga un esbozo del gráfico de la distancia recorrida por el paracaidista  $s(t)$  como función del tiempo, medido a partir de cuándo se abre el paracaídas.
- Determine la distancia recorrida por el paracaidista para  $t = 20$  [s].
- ¿Cuánto tiempo demora el paracaidista en llegar al suelo?

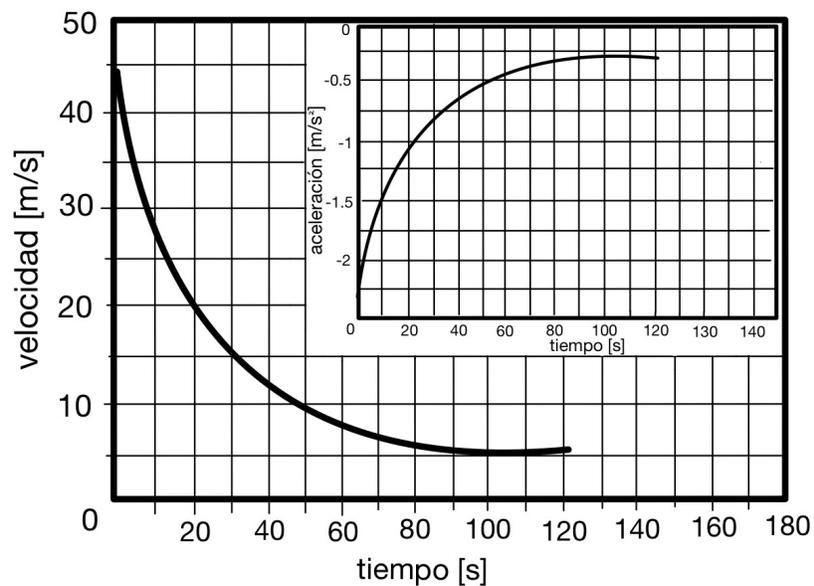


Figura 1: Gráficos de la situación descrita en el problema 3.

## Problema 4

Considere dos cuerpos esféricos de distintas masas  $M_1$  y  $M_2$  y el mismo radio  $R$ , cayendo de manera vertical hacia la Tierra desde una altura dada, pequeña comparada con el diámetro de la Tierra. La fricción viscosa que el aire opone al movimiento de estos cuerpos es conocida como la *Fuerza de Stokes* y su magnitud está dada por  $F = 6\pi R\eta v$ , donde  $\eta$  es la viscosidad del fluido y  $v$  es la rapidez del cuerpo. En términos de estos conceptos, explique cuál de los dos cuerpos llegará al suelo primero. Haga una exposición clara de sus argumentos.