

Selección para la Olimpiada Nacional de Física 2001

Examen Teórico

Viernes 24 de Agosto del 2001

Tiempo Disponible: 4,5 Horas

Lean esto antes de empezar el examen:

1. Resuelva cada problema en hojas separadas.
2. En cada hoja escriba su nombre, el numero de problema que esta resolviendo, el numero de hoja y cantidad de hojas entregadas en ese problema.
3. Escriba al pie de esta hoja su nombre y la cantidad total de hojas entregadas

Este examen consta de 4 paginas

Examen preparado en

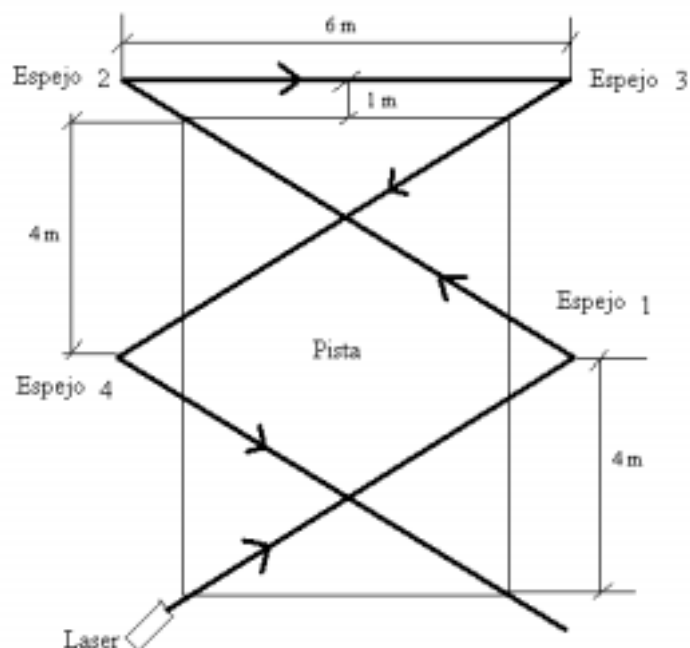
Escuela ORT

Nombre:

Cantidad de hojas entregadas:

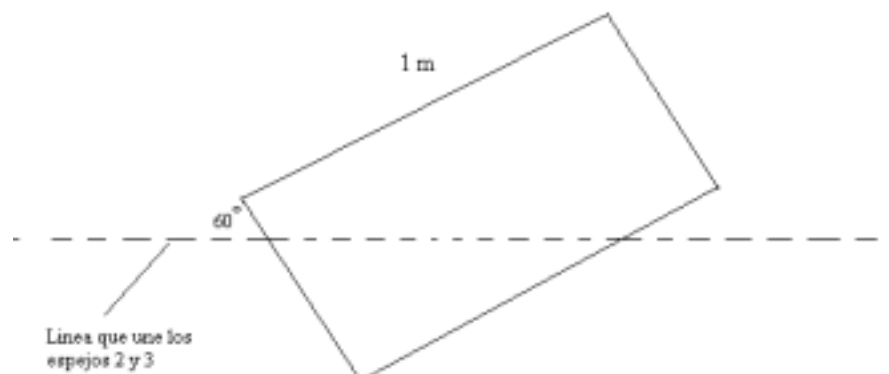
Problema 1: Una fiesta Optica.

Un DJ esta armando una fiesta y para ello quiere hacer un efecto con su láser y sus 4 espejos. El efecto consta de hacer rebotar el láser para que cruce varias veces la pista como muestra la figura.



- i) Calcule la orientación de los espejos respecto de la pista (Haga un gráfico para esquematizar). (3 Puntos)

Al llegar al salón se da cuenta que entre los espejos 2 y 3 hay puesta una pecera rectangular con paredes de ancho despreciable llena de agua ($n=1,33$) como muestra la figura.

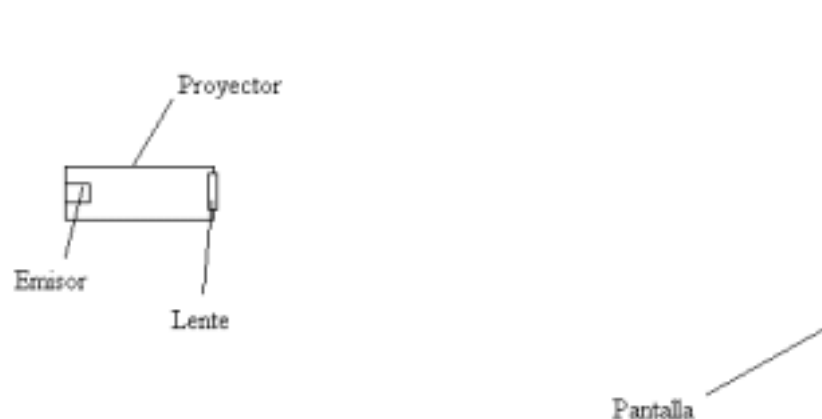


Suponga que la pecera es lo suficientemente ancha como para que el rayo entre por una cara y salga por la opuesta sin hacer ningún rebote.

- ii) Calcule donde y como se debe poner el espejo 3 para lograr el efecto sin mover los demás espejos. (4 Puntos)

El chico también debe instalar un proyector que proyecte sobre una pantalla de 1,5 por 1,8 metros.

En el traslado el proyector se cayó y se desarmó. Dicho proyector consta de un emisor de 10 cm por 12 cm y una lente convergente de distancia focal 25 cm.

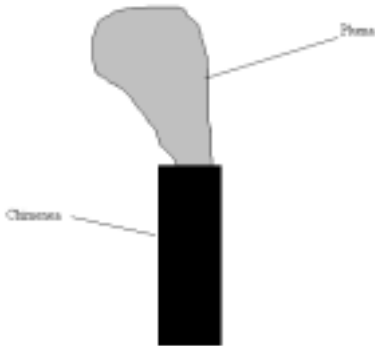


- iii) Calcule a que distancia debe estar el emisor y la pantalla de la lente para que la imagen ocupe toda la pantalla. (3 Puntos)

Problema 2: El humo de las chimeneas.

El ascenso o descenso de las emisiones gaseosas que despiden una chimenea depende de la relación entre la variación de la temperatura de la atmósfera con respecto a la altura (en el día en cuestión) y la variación de la temperatura de los gases emitidos cuando van ascendiendo. La pluma de una chimenea ascenderá si los gases que la forman están mas calientes que el aire que la rodea a su misma altura (aunque también intervienen otros factores).

La presión de la atmósfera decrece con la altura. Analizaremos a continuación que sucede con una porción de gas de la pluma que sale de una chimenea a 21 °C a 18 metros de altura, como se ve en el dibujo:



- i) **Demuestre que la variación de la presión atmosférica (ΔP) en función de la variación de la altura (ΔZ) es :** $\Delta P = - \rho g \Delta z$ **siendo ρ la densidad del aire, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. (2 Puntos)**
(Ayuda: Analice que pasa con una capa de aire de ancho ΔZ)

Sabiendo que ese día la presión atmosférica a nivel del suelo era de 1013,2 hPa y que la presión atmosférica a 18 metros de altura (boca de la chimenea) es de 850 hPa.

- ii) **Calcule cuál será la densidad de la masa de aire atmosférico. (1 Punto)**

Toda porción de gas de la pluma de la chimenea se expandirá si asciende. La energía necesaria para expandirse la toma de la energía de las moléculas que la forman y no de ninguna parte exterior. Dicho cambio de temperatura que no implica un intercambio de calor con el medio que rodea el gas, recibe pues el nombre de cambio adiabático. Al ascender, la temperatura de esa porción de gas bajará y en forma inversa si la

porción desciende. Esa razón de cambio los meteorólogos la llaman “gradiente adiabático seco ($\gamma = -\frac{\Delta T}{\Delta Z}$)” (la palabra seco indica que no se produce condensación).

Considere ahora esa porción de gas como una esfera de gas con masa molecular (26 g/mol) ideal de 50 cm de diámetro que sale suavemente de la chimenea a 21°C (despreciamos su velocidad de salida)

Se sabe que en una transformación adiabática:

$$P \cdot V^{\frac{C_p}{C_v}} = C$$

Donde C es una constante en la transformación.

Suponiendo que instante a instante la presión de la porción de gas es igual a la de la atmósfera circundante.

- iii) **Calcula la constante C. (1 Punto)**

Sabiendo que para una transformación adiabatica el trabajo se puede escribir como:

$$L=(c_p-c_v) m \Delta T - V \Delta P \quad \text{donde } c_p \text{ y } c_v \text{ son los calores específicos del gas saliente}$$

- iv) **Encuentre el gradiente adiabático seco γ en función de la altura. (2 Puntos)**

Haga un gráfico de en función de la altura y con eso estime:

- v) **¿Cuántos grados desciende la temperatura de esa porción de gas después de 100 metros de ascenso? (1 Punto)**

Es interesante preguntarse si el humo tendera a subir o a bajar ni bien sale de la chimenea.

- vi) **Calcule el empuje que recibe el gas al salir. (2 Puntos)**

- vii) **¿El humo de la chimenea al salir de esta tenderá a subir o a bajar?. Justifique. (1 Punto)**

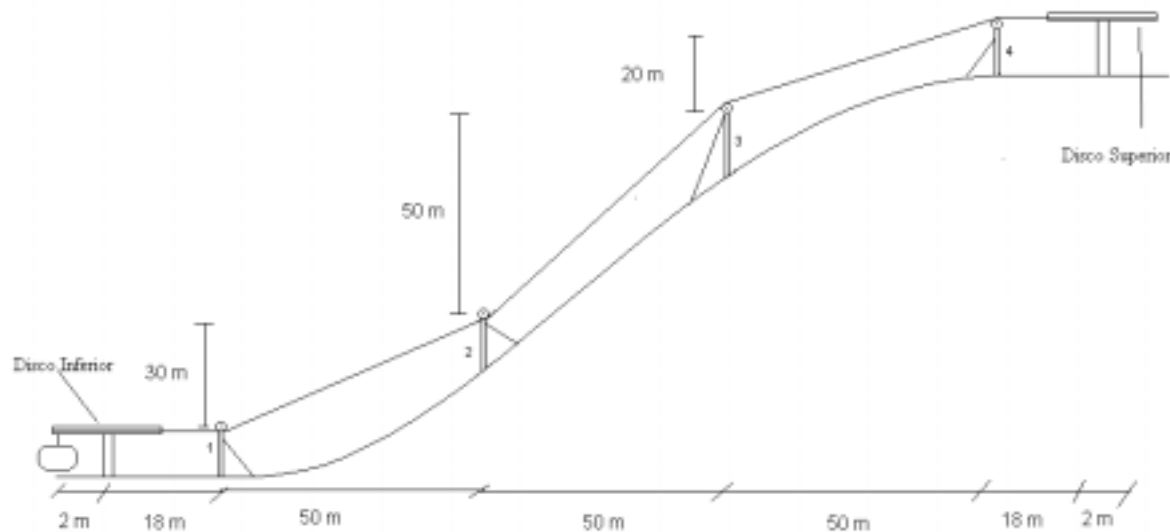
DATOS: 1 hectoPascal (1hPa) = 100 Newton/m²

$c_p \cong 1005 \text{ Joule/Kg } ^0\text{K}$

$R = 0,082 \text{ ATM l / mol } ^0\text{K}$

Problema 3: Subiendo la Montaña.

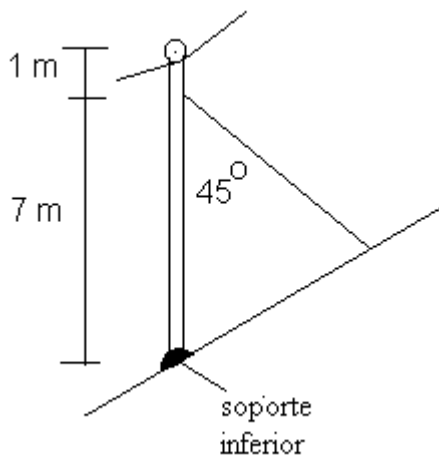
Para aquellos que no son aficionados al alpinismo muchas montañas poseen medios de elevación que nos permiten subir a la cima con facilidad, llamados teleféricos. A continuación se muestra el diseño de uno de estos medios.



Se tomo una muestra de 10 metros del cable utilizado y se midió una constante elástica de (139400 N/m). Para el teleférico se uso un cable cerrado con una longitud natural total de (440 m) enganchado como muestra la figura anterior.

- i) **Calcule la constante elástica de cada mitad del cable. (Piense al cable de 220m como 22 cables de 10 m enganchados) (1 punto)**

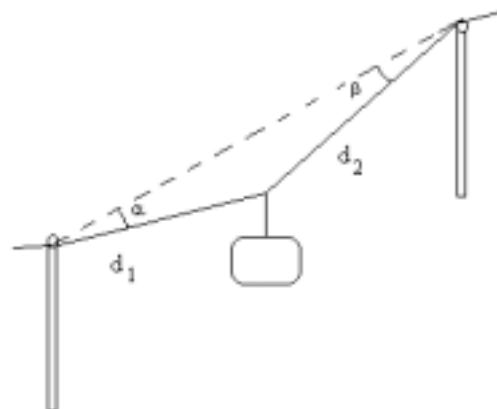
La torreta 2 de masa (400 kg.) esta sostenidas por un soporte en el suelo y un cable como muestra la figura.



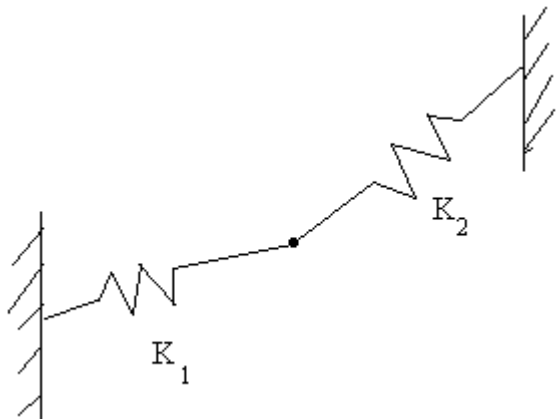
Despreciando la masa del cable del teleférico

- ii) **Calcule la fuerza que ejerce el soporte y la tensión del cable de la torreta 2 cuando el teleférico aun no partió. (Haga un gráfico para indicar las direcciones de las mismas) (2 Puntos)**

A continuación analizaremos que sucede cuando el teleférico de masa (600 Kg.) cargado al máximo (400 kg.) esta en la mitad del recorrido. Para simplificar despreciaremos el rozamiento en las poleas y en los discos en todos los puntos siguientes y supondremos que el cable no resbala ni en las poleas ni en los discos, con lo cual la parte del cable que toca el disco no se estira ni se contrae. La siguiente figura esquematiza la situación entre las torretas 2 y 3.



Este problema puede pensarse como una masa enganchada de dos resortes.



iii) Calcule para este caso las constantes K1 y K2 de los resortes. (1 Punto)

Utilizando el resultado anterior.

iv) Escriba el sistema de ecuaciones para resolver el problema. (no hace falta que despeje ninguna incógnita) (2 Puntos)

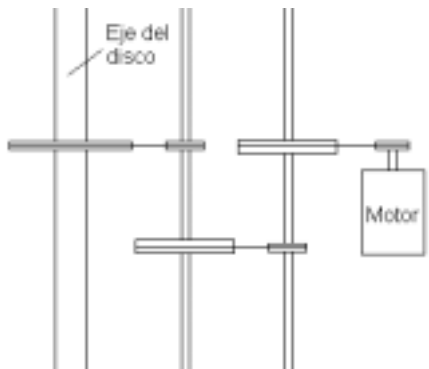
Resolviendo el sistema se obtiene el siguiente resultado.

$$\begin{aligned}d1F &= 50,80 \text{ m} \\ d2F &= 19,91 \text{ m}\end{aligned}$$

A partir de estos datos calcule:

v) El torque que realizan los discos. (1 Punto)

El motor esta conectado al disco inferior con el siguiente sistema de transmisión.



Donde los discos chicos tiene 10 cm de diámetro mientras los grandes tienen 40 cm.

vi) Calcule el torque del motor. En el instante de los puntos anteriores. (1 Punto)

El teleférico se mueve a una velocidad constante de 0,75 m/s. Sabiendo que los discos pesan 400 Kg. y despreciando la masa de las poleas y del sistema de transmisión.

vii) Calcule la energía necesaria para hacer arrancar el sistema y subir el teleférico con su carga máxima. (2 Puntos)

Ayuda: El momento de inercia respecto del eje de un disco de radio R y masa m es: $I = \frac{mR^2}{2}$