

Olimpiada Argentina de Física
Certamen Local
Colegio Nacional de Buenos Aires

Prueba teórica

Problema 1: Retiro – Villa Rosa (un viaje en tren)

Es mucha la física involucrada en un simple viaje en tren. Te proponemos analizar algunas cuestiones: sujeción de la puerta, fuerza centrífuga en una curva, frenado al llegar a una estación.

a) Discuta: ¿bajo la acción de qué fuerzas se encuentra la puerta en las distintas situaciones (abierta y cerrada) cuando el tren se encuentra detenido? Identifique las reacciones y especifique el lugar de aplicación de éstas. (Puede representar las fuerzas en la figura 1).

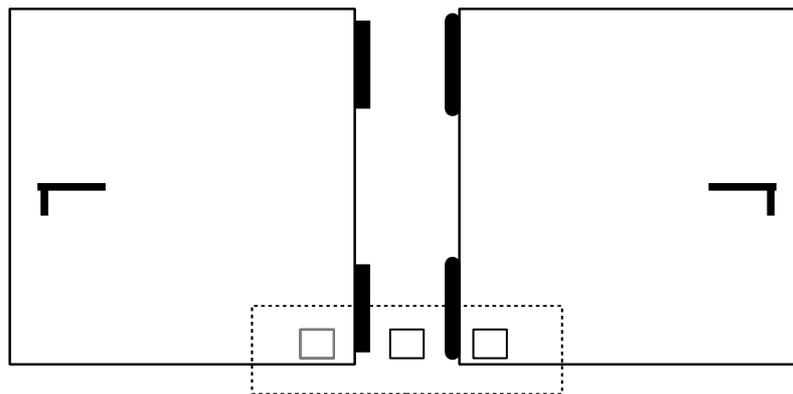


Figura 1.1: Vista frontal de las puertas en el caso en el que se encuentran cerradas. La zona enmarcada por las líneas punteadas puede verse en la Fig.2.1.

b) Piense y justifique adecuadamente: ¿Cuál es la fuerza que debe soportar la traba en el momento en que el tren arranca? ¿Y cuando frena? Distinga las situaciones: puerta abierta y puerta cerrada.

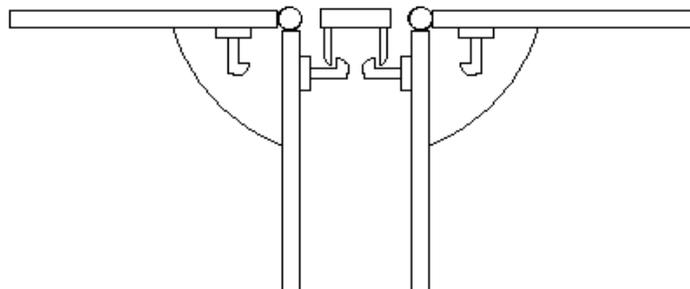


Figura 2.1: Detalle del corte transversal de la zona remarcada en la Fig.1.1.

OAF Certamen Local Prueba Teórica

La siguiente tabla representa los intervalos de tiempo y las distancias medias entre estaciones del servicio de tren Belgrano norte. **c)** Realice un gráfico con al menos 10 puntos que considere representativos de la tabla y estime una velocidad media especificando algún criterio.

Distancia (km)	dt (m)	EDist (km)	Edt (m)
2,43	6,0	0,15	0,5
2,27	5,0	0,15	0,5
3,49	6,0	0,15	0,5
0,76	3,0	0,15	0,5
0,45	3,0	0,15	0,5
0,76	3,0	0,15	0,5
0,45	2,0	0,15	0,5
0,61	3,0	0,15	0,5
1,06	4,0	0,15	0,5
3,03	6,0	0,15	0,5
0,91	3,0	0,15	0,5
0,91	4,0	0,15	0,5
1,06	2,0	0,15	0,5
0,76	3,0	0,15	0,5
0,76	3,0	0,15	0,5
0,91	4,0	0,15	0,5
1,06	3,0	0,15	0,5
1,21	3,0	0,15	0,5
0,61	3,0	0,15	0,5
0,91	4,0	0,15	0,5
3,49	7,0	0,15	0,5

Tabla 1.1: Valores de las distancias recorridas en función de los intervalos de tiempo entre estaciones con sus respectivas incertezas.

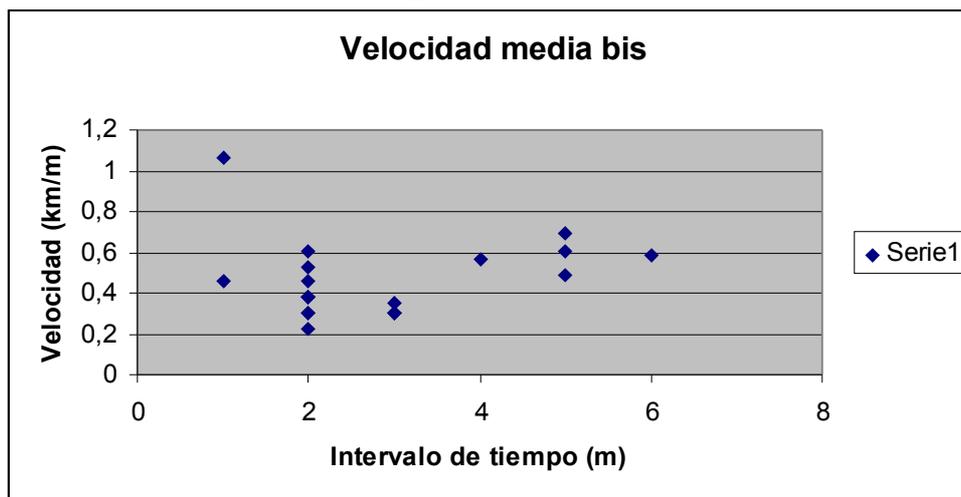


Gráfico 1.1: Velocidad media calculada a partir de las distancias dadas en la Tabla 1 pero con intervalos de tiempo reducidos.

OAF Certamen Local Prueba Teórica

Pero la estimación anterior resulta bastante burda dado que no considera los intervalos de tiempo que el tren se encuentra detenido en cada estación. El Graf.1 corresponde a las velocidades medias calculadas a partir de tiempos 1 minuto menores que los de la Tabla 1 (tiempos reducidos). **d)** A partir de la observación del Graf.1, ¿cuál sería el valor representativo de la velocidad media con esta corrección?

Entre las estaciones: Aristóbulo del Valle y Scalabrini Ortiz hay una curva pronunciada y, al igual que en las autopistas, las vías poseen un peralte (es decir una inclinación de la superficie que ayude a compensar la fuerza centrífuga que sufre el móvil que describe el movimiento curvilíneo). Si la curva puede pensarse localmente como una de radio 25m, **e)** calcule el peralte (o sea el ángulo) necesario para que la componente en x del peso compense el 30% de la fuerza centrífuga.

Problema 2: Flujos inestables (un estudio de la Facultad de Ingeniería)

Existe un modo “sencillo” de refrigerar / calefaccionar un ambiente y consiste en hacer circular por un juego de tuberías, agua fría / caliente de modo que la misma intercambie calor con el aire del lugar (entorno). Pero esta transferencia depende fuertemente del modo en que el fluido se desplaza por el interior de las tuberías. Es por eso que haremos una serie de estudios de una lámina de agua sobre una determinada superficie.

Espesor de la lámina

Para estudiar el comportamiento de un fluido experimentalmente lo que se hace es esparcirlo sobre una superficie y limitarlo de alguna manera. De ese modo queda formada una lámina de fluido. Una característica fundamental que debe conocerse de dicha lámina es el espesor. Para ello en el laboratorio se emplea el siguiente arreglo experimental.

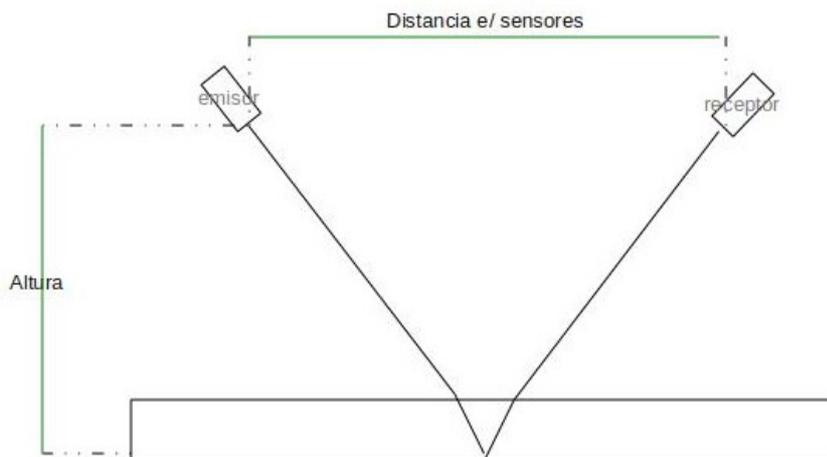


Figura 1.2: Arreglo experimental para la determinación del espesor del fluido (está exagerado el espesor del fluido).

La idea subyacente es emplear el índice de refracción del fluido y las leyes fundamentales de la óptica para establecer el espesor de la lámina. En el laboratorio las variables “manejables” (es decir los parámetros conocidos) son: la distancia entre el emisor de luz y la base sobre la que se encuentra el fluido (altura=1,5m), la distancia que separa al emisor del receptor (distancia e/ sensores=2,5m) y la orientación del emisor (formando un ángulo de 40° con la vertical).

Entonces: **i)** ¿cuál es el ángulo de refracción del haz en el fluido? y **ii)** ¿cuál es el espesor de la lámina?

Desplazamiento de un fluido laminar

OAF Certamen Local Prueba Teórica

Ahora que hemos estudiado una lámina de fluido estamos en condiciones de analizar el desplazamiento de una masa del mismo pensándolo como un fluido laminar. Es decir bajo la aproximación que modela dicha masa como una pila de láminas idénticas.

Esta masa de agua debe desplazarse dentro de una tubería que presenta una pendiente α . Y vamos a limitar nuestro estudio a la situación en la que el fluido se comporta como lo harían 3 láminas unas sobre otras.

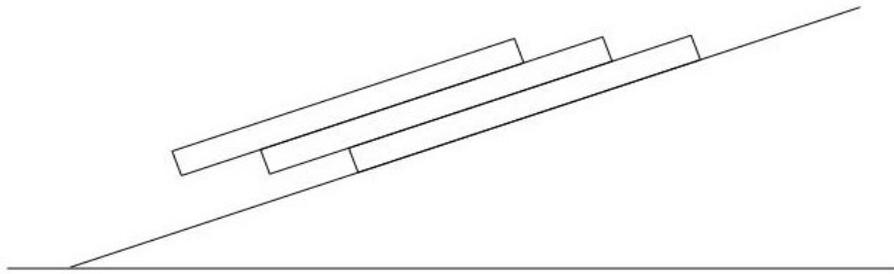


Figura 2.2: Esquema del comportamiento laminar del fluido.

Suponga que la fricción entre ellas viene dada a partir de un coeficiente de rozamiento μ , que la lámina en contacto con la pared del tubo no desliza (y posee el mismo coeficiente de rozamiento que entre las láminas) y que la situación ya llegó a la condición de equilibrio. Entonces, dada una inclinación de 10° plantee el diagrama del cuerpo libre de la situación y calcule **iii)** el coeficiente de rozamiento μ y **iv)** el desplazamiento relativo de las capas entre sí. Para ello necesitará saber la longitud de las láminas: $l=5\text{cm}$ AYUDA: La froz depende de la superficie de contacto entre láminas $froz = \frac{\mu \cdot N \cdot x_1}{l}$ siendo N la normal y x_1 la porción de lámina apoyada.

Transmisión de calor

Como mencionábamos en la introducción el objetivo de este estudio es analizar la transmisión de calor entre el fluido que se desplaza dentro de una tubería y su entorno. Sucede que cuando parte del líquido queda adherido a las paredes actúa como una resistencia a la transferencia de calor. Haciendo una analogía con un circuito eléctrico lo que intenta establecerse entre dos puntos es una diferencia de temperatura en vez de una diferencia de potencial.

Suponga la situación estudiada anteriormente ($\alpha=10^\circ$) y considerando que la resistencia es proporcional al producto del espesor y el largo de la lámina, **v)** calcule la resistencia equivalente. AYUDA: Piense que al desplazarse las láminas entre sí quedan partes de distintas longitudes con distintos espesores entonces en qué tipo de conexión plantearía y por qué.

OAF Certamen Local Prueba Teórica



Figura 3.2: Esquema de las láminas desplazadas, nótese que espesores distintos implican resistencias distintas.

[Extra, a modo de desafío] Para comprender cómo afecta esta resistencia al mecanismo de transferencia de calor **vi)** compare el ΔT que efectivamente se establece (entre el interior de la tubería y el entorno) cuando el calor transmitido es tal que sin ella el ΔT sería 10° .

Datos: $n_{H_2O} = 1,3$

Problema 3: El gas ideal, entre la química y la termodinámica

Queremos comprender desde el punto de vista mecánico el comportamiento de un gas dentro de un recipiente para luego vincularlo con la perspectiva termodinámica. Piense en un recinto de largo L que es recorrido por una partícula en un Δt con una velocidad v_x (el movimiento es rectilíneo).

Si la misma posee masa m , **1)** plantee la variación de cantidad de movimiento al chocar contra la pared del recipiente.

2) Empleando lo anterior obtenga una expresión para la fuerza que ejerció la pared. (Ayuda: exprese el dt en función de las cantidades mencionadas).

Asumiendo isotropía del espacio y promediando las velocidades de todas las partículas se tiene $\frac{N}{3} \cdot \bar{v}^2 = \sum v_x^2$ ec.(3.1), siendo N la cantidad de partículas en el recipiente. Entonces haciendo uso de todas las consideraciones anteriores, **3)** dé una expresión para la presión que sufren las paredes del recipiente.

4) Compare la expresión hallada en el inciso anterior con la fórmula de gases ideales, ¿en función de qué queda expresada la temperatura? Sabiendo que un gas se encuentra a $35^\circ C$, ¿cuál sería la energía cinética del sistema?

5) ¿Cómo justificaría el hecho de que la temperatura se encuentra vinculada con la energía por partícula?

6) [Extra, a modo de desafío] Piense cómo se emplean los argumentos dados para obtener la ec.(3.1).

Datos: $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \frac{J}{K}$