



Primera fase

La prueba teórica dura una semana y tiene un valor total de **50 puntos**. El inicio y el final de la prueba lo lleva cronometrado cada estudiante, iniciando el 11 de febrero y finalizando el 18 del mismo mes.

Durante la prueba:

- Debe permanecer en un lugar que tenga suficiente iluminación y gestionar su tiempo para resolver la prueba.
- Utilice calculadora no programable.
- Utilice solo una página por problema, de manera ordenada, colocando el número del problema en la esquina superior izquierda.
- Escriba su nombre, que le permitan ser identificado en sus hojas de solución.
- En sus respuestas, trate de ser lo más conciso posible: utilice ecuaciones, expresiones lógicas y diagramas para ilustrar sus ideas y pensamientos siempre que sea posible. Evite el uso de oraciones largas.
- Presente un número adecuado de cifras significativas en sus respuestas numéricas e incluya errores en sus cálculos cuando se le solicite.
- A veces es posible resolver partes posteriores de un problema sin haber resuelto las anteriores.
- Estar pendiente de los canales oficiales del Programa Jóvenes Talento, donde se publicará una sesión de consulta de manera sincrónica.

Al finalizar la prueba:

- Ordene las páginas de cada problema en el orden correspondiente. Y escriba el número de página en el siguiente formato: **número de página/total de páginas** en la esquina superior derecha.
- Asegúrese de escanear todas las hojas de solución por cada problema y verifique que envía los archivos correctos.
- Deberá de enviar un archivo en formato PDF. El nombre del archivo deberá seguir el siguiente formato: **Grado_Apellido_Nombre.pdf**.
- Deberá adjuntar el archivo en el aula correspondiente a su nivel.
- Estar pendiente de la publicación en los canales oficiales sobre la convocatoria a la segunda fase.



Nivel Básico (15 puntos)

1. Se tienen dos cargas de igual valor y signo separadas a una distancia r . Se coloca una tercera carga de valor y signo desconocido de manera que las tres cargas son colineales ¿cuál debe ser el valor, signo de la carga y dónde debe colocarse para que el sistema se encuentre en equilibrio? (2.5 puntos)
2. Natalia es una física que desea determinar el coeficiente de transferencia de calor para el siguiente experimento. Ella cuenta con una resistencia eléctrica de 55 cm de longitud y 0.15 cm de diámetro, la cual sumerge en agua, esta la usa para determinar el coeficiente de transferencia de calor en agua hirviendo a 1 atm. Mide la temperatura superficial de la resistencia y obtiene un valor de 130°C cuando su vatímetro indica que el consumo de potencia eléctrica es 4.1 kW. ¿Cuál fue el valor del coeficiente que obtuvo Natalia? (2.5 puntos)
3. Una cubeta que pesa 14.0 N cuelga de una cuerda enrollada alrededor de una polea de momento de inercia $I_0 = 0.375\text{ kg m}^2$ y radio $R_0 = 35.0\text{ cm}$. Si se tiene una torca de fricción de $\tau_{\text{fr}} = 1.15\text{ m} \cdot \text{N}$ en el eje, ¿cuál será la velocidad angular ω de la polea y la velocidad lineal v de la cubeta en $t = 2.00\text{ s}$?, considere que el sistema parte del reposo en $t = 0$. (2.5 puntos)
4. Una manguera de jardín con un diámetro interior de 2.0 cm está conectada a un aspersor de césped que consiste simplemente en una carcasa con 25 orificios de 0.14 cm de diámetro cada uno. Si el agua de la manguera tiene una velocidad de 1.2 m/s , ¿a qué velocidad sale de los orificios del aspersor? (2.5 puntos)
5. La primera transmisión de ondas electromagnéticas fue realizada en 1888, por el científico alemán Heinrich Hertz. Hoy en día, el mundo está conectado gracias a este tipo de ondas, pues son la base del funcionamiento del internet, la radio, el GPS, etc. En este problema se estudiará un principio simple del funcionamiento de los sistemas de GPS.

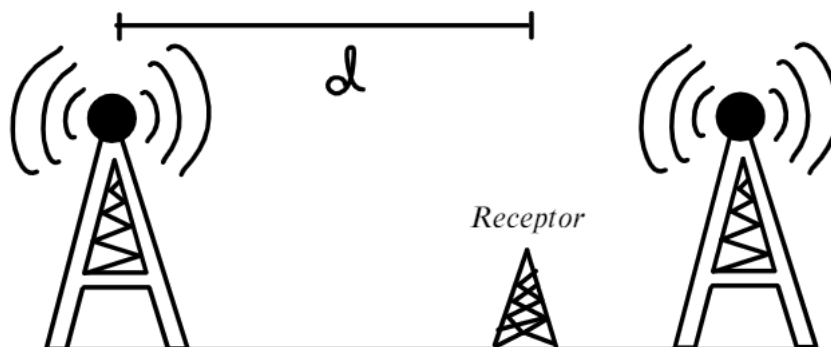


Figura 1 Ejercicio 5

Un receptor estacionario se encuentra en un punto entre dos radiotransmisores, que se unen por la línea Este-Oeste (ver Figura 1). Cada transmisor contiene un reloj muy preciso y emite ondas electromagnéticas de 1 MHz por pulsos. Luego de cada pulso, una señal se envía con el tiempo exacto en el que la señal fue enviada. Los radiotransmisores están separados por 600 km . El receptor recibe pulsos de ambos transmisores. El pulso del transmisor Oeste es recibido 1542 ciclos de la onda de 1 MHz antes que el pulso del transmisor Este. Leyendo las señales de cada onda, se sabe que el pulso del transmisor Oeste fue enviado 0.000484 segundos antes que el pulso del transmisor Este. ¿A qué distancia se encuentra el receptor del transmisor Oeste? (2.5 puntos)

6. Hoy en día, si analizamos el circuito de cualquier dispositivo electrónico, no encontraremos únicamente capacitores, resistencias, o inductores, sino mayoritariamente componentes “no lineales”. Los componentes no lineales son aquellos que presentan una dependencia $I - V$ (corriente-voltaje) única, algunos ejemplos son: diodos, transistores, transformadores, etc.

El circuito de la figura contiene un elemento “no lineal” S , y fue diseñado para prevenir daños a un dispositivo eléctrico (representado por la resistencia de carga de $10\text{ k}\Omega$) cuando se conecta repentinamente a una fuente de voltaje de 2000 V . El componente S es un supresor de voltaje, que tiene una curva característica $I - V$ dada por $I = kV^2$, donde V es el voltaje entre los terminales de S , cuando una corriente I fluye a través de este. La constante k tiene un valor de $k = 1 \times 10^{-7}\text{ A V}^{-2}$. (2.5 puntos)

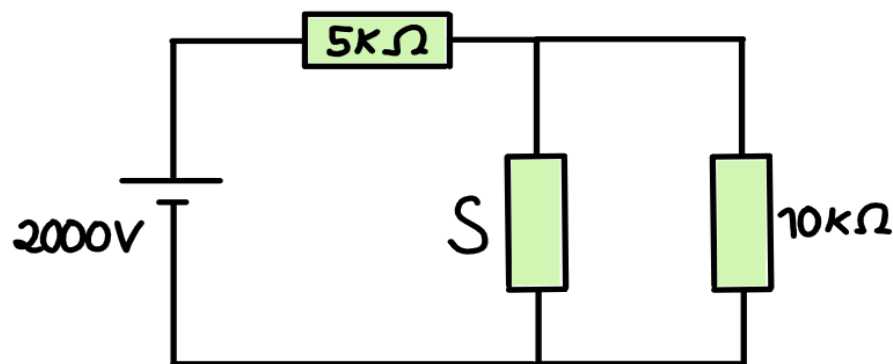


Figura 2 Ejercicio 6

- ¿Cuál es el valor de la corriente en la resistencia de carga de $10\text{ k}\Omega$ cuando el circuito opera con normalidad?
- Repentinamente, hubo una subida de tensión en la fuente que causa que la corriente en la resistencia de carga de $10\text{ k}\Omega$ se duplique respecto a su valor normal. ¿Cuál es el nuevo valor de voltaje de la fuente?

- c. Analizando los valores obtenidos anteriormente, ¿Se podría concluir que el circuito cumple su función como supresor de voltaje?

Nivel Intermedio (35 puntos)

7. Encuentre la resistencia equivalente para la siguiente configuración infinita de resistencias donde $R_1 = 4\ \Omega$ y $R_2 = 3\ \Omega$ (5 puntos)

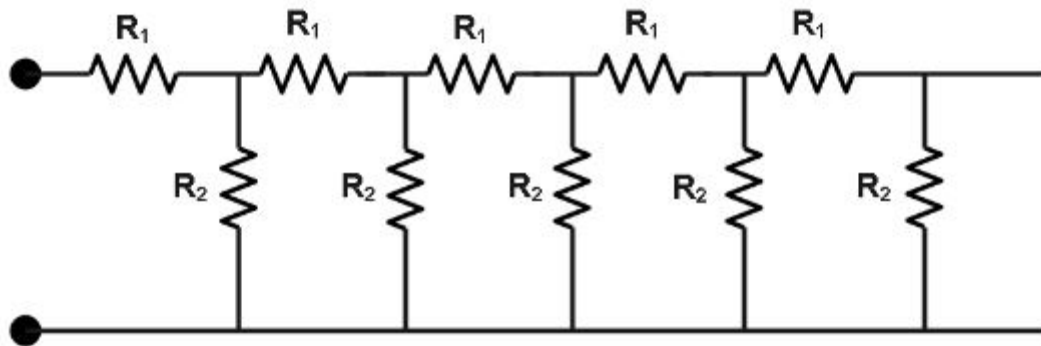


Figura 3 Ejercicio 7

8. Se realiza un experimento en un recipiente rígido cuyo volumen se desconoce, el recipiente está dividido en dos partes mediante una división. En un lado de recipiente se tiene un gas ideal a 900°C , el otro lado está al vacío y tiene un volumen del triple de la parte que contine el gas. Luna, una mascota traviesa, por estar jugando en el laboratorio quita accidentalmente la separación, por lo cual el gas se expande para llenar todo el recipiente. El encargado del laboratorio sin saber esto aplica calor al gas hasta que la presión es igual a 1.5 veces la presión inicial. Determine cuál fue la temperatura final del gas. (5 puntos)
9. Considere el sistema formado por un bloque de masa M que se encuentra sobre una superficie de fricción despreciable, sobre este se coloca un bloque de masa m , siendo μ_s el coeficiente de fricción estático entre ambos bloques. El sistema de bloques anterior se conecta a uno similar mediante una cuerda de masa despreciable que une a las masas superiores. Si una fuerza constante \mathcal{F} es aplicada sobre uno de los bloques inferiores calcule (5 puntos):
- El valor máximo (\mathcal{F}_{max}) que puede tomar la fuerza \mathcal{F} tal que ninguno de los bloques superiores resbale.
 - La tensión en la cuerda y la aceleración del sistema para $\mathcal{F} = \mathcal{F}_{\text{max}}$.

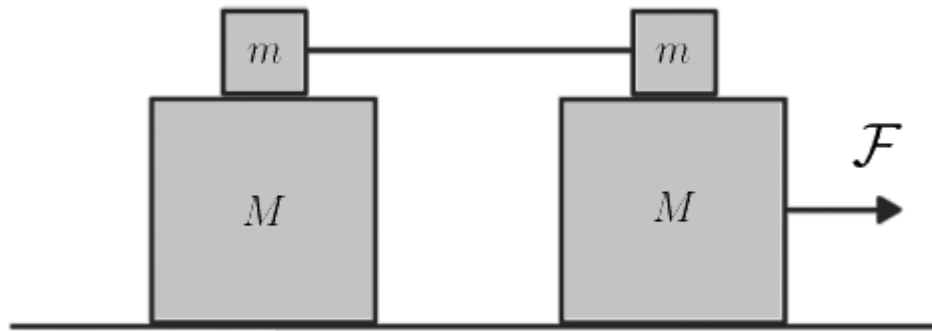


Figura 5 Ejercicio 9

10. Un recipiente cilíndrico de longitud L está lleno hasta el borde de un líquido cuya densidad de masa es ρ . Se coloca en una balanza; la lectura de la balanza es W . Una bola ligera que flotaría en el líquido si se le permitiera hacerlo, de volumen V y masa m , se empuja

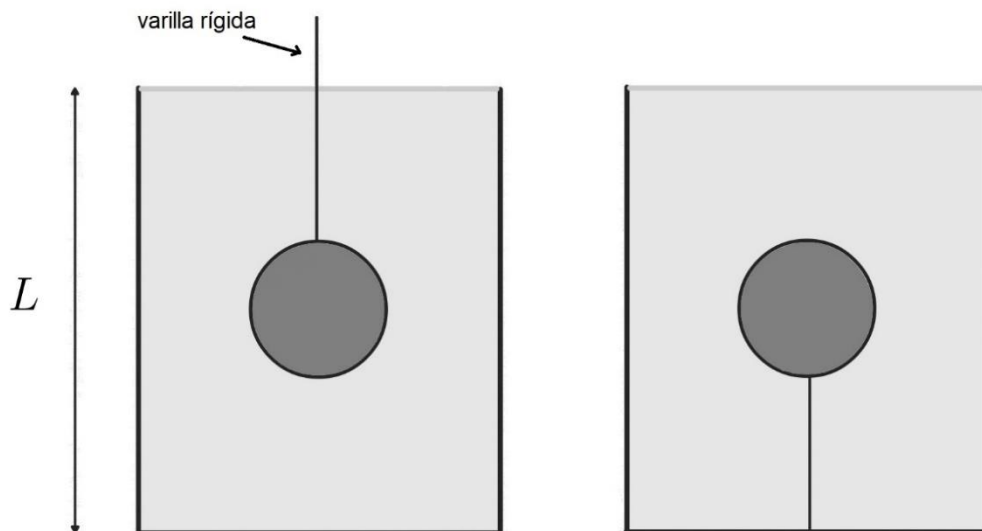


Figura 4 Ejercicio 10

suavemente hacia abajo y se mantiene por debajo de la superficie del líquido con una varilla rígida de volumen despreciable, como se muestra a la izquierda. (5 puntos)

- a) ¿Cuál es la masa M de líquido que se desbordó mientras se empujaba la bola en el líquido?
- b) ¿Cuál es la lectura de la balanza cuando la bola está totalmente sumergida? Argumenta tu respuesta.
- c) Si en lugar de ser empujada hacia abajo por una varilla, la bola es sujeta por una cuerda fina atada al fondo del recipiente como se muestra a la derecha. ¿Cuál es la tensión T de la cuerda y cuál es la lectura de la balanza?

11. Un tubo de resonancia de longitud L tiene un extremo cerrado y otro abierto, su extremo abierto está cerca de un pequeño parlante (ver Figura 6). Una fuente a.c. de frecuencia f se conecta al parlante, y se ajusta de tal forma que el tubo resuene a su frecuencia más baja, f_1 . La onda longitudinal de sonido tiene un nodo de desplazamiento en el extremo cerrado, y un antinodo en el extremo abierto. (5 puntos)
- a) Dibuje tres diagramas de la amplitud de la onda estacionaria a lo largo del tubo, para los primeros tres menores armónicos que se escuchan cuando la frecuencia del parlante f se incrementa lentamente. (ver Figura 7 de un diagrama ejemplo para el tercer armónico de un tubo de resonancia con dos extremos abiertos)
 - b) Ahora, con otro color, pero en los mismos diagramas, dibuje tres gráficos de la variación de la presión de aire respecto a la posición en el tubo.

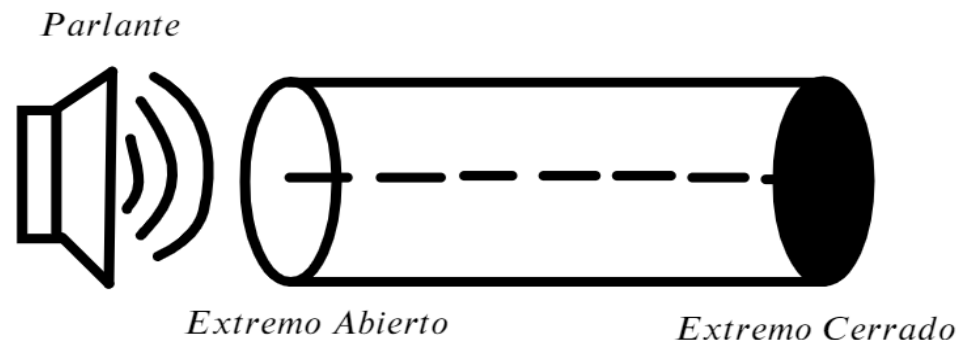


Figura 6 Ejercicio 11 Tubo de resonancia

La velocidad del sonido en el aire está dada por la ecuación $v_{gas} = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$, donde γ es una constante numérica del gas, P es la presión, y ρ es la densidad del aire.

Onda longitudinal de sonido

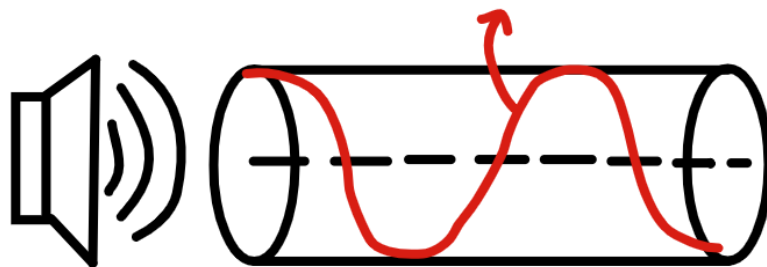


Figura 7 Ejercicio 11 diagrama ejemplo

- c) Suponga que tiene un tubo cerrado de 20 metros en posición vertical, ¿Cuál es la diferencia de presión entre ambos extremos? ¿A qué porcentaje de la presión superior corresponde esta diferencia?
- d) Si una onda de sonido se propaga en este tubo, ¿Su velocidad es constante?
- e) Se sabe que la velocidad del sonido depende de la temperatura del aire. Obtenga una expresión para la velocidad del sonido en términos de la constante γ , la constante de los gases ideales R , la temperatura absoluta T y la masa molar del aire M_{μ} .

En un tubo de resonancia cerrado, se sabe que el antinodo se encuentra desfasado una pequeña distancia ϵ respecto al extremo abierto. Esta longitud es conocida como corrección final (ver Figura 8). Un tubo cerrado de longitud **52 cm** se llena con aire a temperatura **20°C**, y su primer armónico se detecta en **156 Hz**. Un segundo tubo, más corto, tiene la misma corrección final, ϵ , pero se llena con aire caliente a **35°C** y resuena a una frecuencia que difiere en **4.8 Hz** respecto a la frecuencia del primer tubo.

- f) ¿Cuál es la longitud del segundo tubo?

Datos:

A **20°C** la velocidad del sonido en el aire es de **343 $\frac{m}{seg}$**

La presión atmosférica tiene un valor de **$1.01 \times 10^5 Pa$**

La densidad del aire a presión atmosférica y **15°C** es de **$1.225 \frac{kg}{m^3}$**

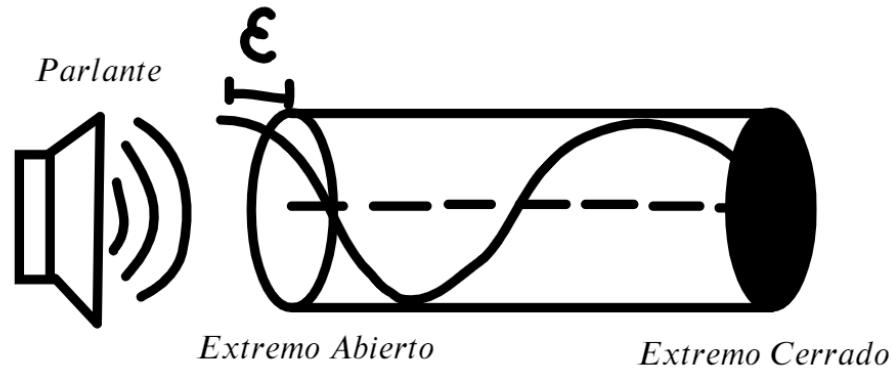


Figura 8 Ejercicio 11 Corrección final

12. Una fuente de voltaje ϵ se conecta a una resistencia R que está en serie con un par de resistencias R_a y R_b en paralelo (ver Figura 9) (5 puntos)

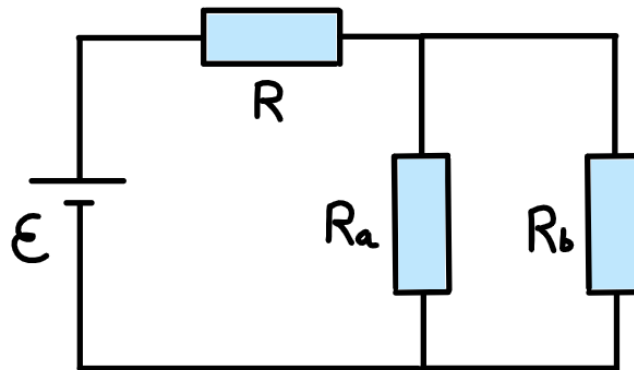


Figura 9 Ejercicio 12

- a) Demuestre que el par de resistencias R_a y R_b puede ser intercambiado por una resistencia equivalente $R_{eq} = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b}$. (Utilice las leyes de Kirchhoff para la demostración).
- b) Si una corriente I fluye a través de R , ¿Qué fracción de I fluye a través de R_b ? Encuentre además una expresión para la corriente I_b que fluye por R_b en términos de ε , R , R_a , y R_b .

A continuación, utilizará esta información para analizar un circuito con dos fuentes de voltaje.

Considere un nuevo circuito sencillo que consiste en dos fuentes de voltaje en serie con una resistencia R (ver Figura 10).

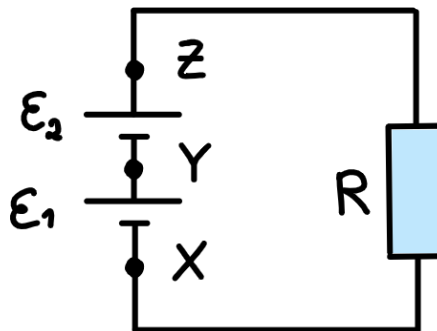


Figura 10 Ejercicio 12 Circuito con 2 fuentes de voltaje en serie

- c) Si la fuente de voltaje ε_2 se remueve y los puntos Y y Z se unen, ¿Cuál sería la corriente I_1 que fluye por la resistencia?
- d) Si ahora la fuente de voltaje ε_1 se remueve y los puntos X y Y se unen, ¿Cuál sería la corriente I_2 que fluye por la resistencia?

Si ambas fuentes están en el circuito, se puede ver cómo cada una contribuye al flujo de corriente en la resistencia. De hecho, este es un método frecuentemente utilizado en el análisis de circuitos con múltiples fuentes de voltaje, en el que se añade linealmente la contribución de corriente de cada fuente para obtener un flujo total de corriente.

El circuito mostrado en la figura 11 consiste en dos fuentes ε_1 y ε_2 conectadas a los resistores R_1 , R_2 , y R_3 .

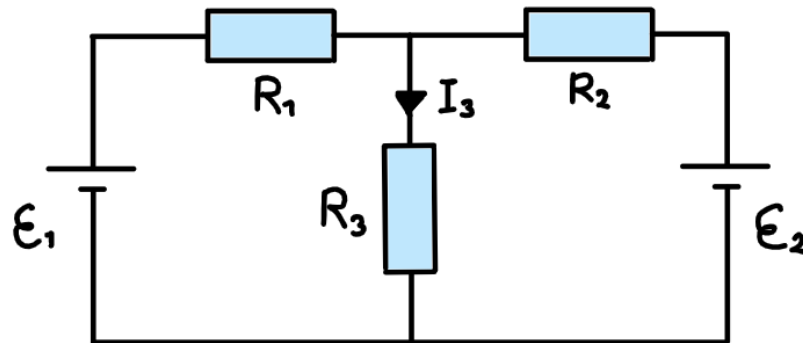


Figura 11 Ejercicio 11 Fuentes conectadas entre R_1 , R_2 y R_3

- Remueva la fuente de voltaje \mathcal{E}_1 y conecte sus extremos en el circuito. ¿Cuál es la corriente I'_3 que fluye por R_3 ?
- Vuelva a conectar \mathcal{E}_1 y ahora quite \mathcal{E}_2 , conectando sus extremos en el circuito. ¿Cuál es la corriente I''_3 que fluye por R_3 ?
- Añadiendo linealmente las contribuciones de \mathcal{E}_1 y \mathcal{E}_2 . Escriba una expresión para I_3 en términos de \mathcal{E}_1 , \mathcal{E}_2 , R_1 , R_2 , y R_3 .

Este circuito, de hecho, puede verse también como el de una fuente \mathcal{E}_{eq} conectada en serie a una resistencia interna R_{eq} y la resistencia de carga R_3 . Al sustituir nuestro circuito inicial por un nuevo circuito es necesario recordar que la corriente que fluye por R_3 es la misma en ambos circuitos, y que además \mathcal{E}_{eq} y R_{eq} no dependen del valor de R_3 .

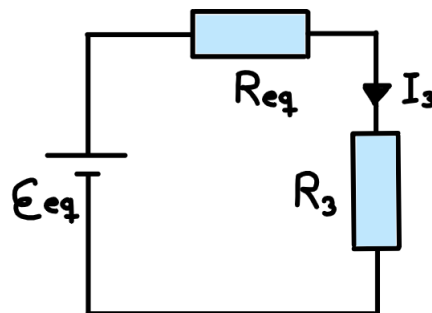


Figura 12 Ejercicio 11 Circuito con fuente y resistencia equivalentes



h) Utilizando esta información, demuestre que $\varepsilon_{eq} = \frac{\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$ y $R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

Usando los resultados anteriores. Si $\varepsilon_1 = 50\text{ V}$, $\varepsilon_2 = 60\text{ V}$, $R_1 = 10\Omega$, y $R_2 = 15\Omega$, calcule:

- i) El valor de R_3 con el que R_3 disipa la mayor potencia posible (Esto ocurre cuando la resistencia de carga tiene el mismo valor que la resistencia interna de la fuente). Calcule también el valor de esta potencia máxima en R_3 .
 - j) Si la resistencia R_3 se incrementa, en algún punto una celda comenzará a cargar a la otra (la corriente que fluye por una fuente será en el sentido contrario a su polaridad). ¿A partir de qué valor de R_3 sucede esto?
13. Una máquina térmica simple consiste en un pistón deslizable dentro de un cilindro lleno con gas ideal monoatómico. Inicialmente, el gas en el cilindro se encuentra a presión P_0 y volumen V_0 . El gas se calienta lentamente a volumen constante. Una vez la presión del gas alcanza un valor $32P_0$ el pistón se suelta, permitiendo que el gas se expanda de tal forma que no hay transferencia de calor mientras se mueve. Una vez la presión regresa a su valor inicial P_0 , el cilindro se enfría a su temperatura original, manteniendo la presión constante. Para un gas ideal monoatómico la capacidad molar a volumen constante es $C_v = \frac{3}{2}R$, donde R es la constante de gases ideales. Puede expresar sus respuestas en forma fraccionada o con decimales. Si decide utilizar decimales, mantenga tres cifras significativas en los cálculos. El diagrama mostrado no se encuentra necesariamente a escala. (5 puntos)
- a) Sea V_{max} el volumen máximo alcanzado por el gas durante el ciclo. Calcule V_{max} en función de V_0 . (Si no logra resolver esta parte del problema, puede expresar las respuestas de los siguientes literales en términos de la variable V_{max})
 - b) En términos de P_0 y V_0 , exprese la cantidad de calor suministrado al gas durante un ciclo completo.
 - c) En términos de P_0 y V_0 , exprese la cantidad de calor que el gas expulsa durante un ciclo completo.
 - d) ¿Cuál es la eficiencia de este ciclo termodinámico?



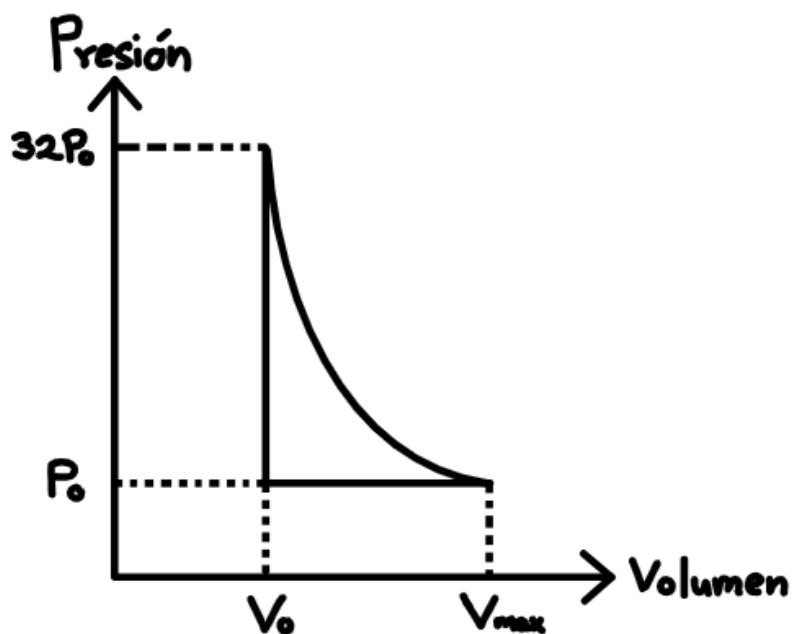


Figura 13 Ejercicio 13 Diagrama PV