

## Topic 1 – Measurement and uncertainties

## Formative Assessment

### PROBLEM SET

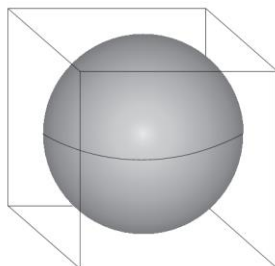
NAME: \_\_\_\_\_ TEAM: \_\_\_\_\_

*THIS IS A PRACTICE ASSESSMENT. Show formulas, substitutions, answers, and units!*

- Explicar cómo se pueden identificar y reducir los errores aleatorios y sistemáticos
- Recoger datos que incluyan incertidumbres absolutas y/o relativas y formularlas con un intervalo de incertidumbre (expresadas como: mejor estimación  $\pm$  rango de incertidumbre)
- Propagar las incertidumbres a través de cálculos con sumas, restas, multiplicaciones, divisiones y Potencias
- Determinar la incertidumbre en gradientes y puntos de intersección

### Topic 1.1 – Measurements in physics-P1

#### 1. Una esfera encaja dentro de un cubo.



La longitud del cubo y el diámetro de la esfera son  $10,0 \pm 0,2$  cm. ¿Cuál es el cociente incertidumbre en porcentaje en el volumen de la esfera?

Incetidumbre en porcentaje en el volumen del cubo

- A.  $\frac{3}{4\pi}$   
 B. 1  
 C. 2  
 D. 8
2. Se mide cada lado de un cubo de metal y resulta  $2,0 \text{ cm} \pm 0,20 \text{ cm}$ . ¿Cuál será la incertidumbre absoluta en el volumen calculado del cubo?
- A.  $\pm 0,08 \text{ cm}^3$   
 B.  $\pm 0,60 \text{ cm}^3$   
 C.  $\pm 0,80 \text{ cm}^3$   
 D.  $\pm 2,4 \text{ cm}^3$
3. La aceleración máxima  $a_{\text{max}}$  de un oscilador sometido a un movimiento armónico simple (MAS) tiene una incertidumbre porcentual del 12 %. La amplitud  $x_0$  de la oscilación tiene una incertidumbre porcentual del 20 %. Si  $k = \sqrt{\frac{a_{\text{max}}}{x_0}}$ , ¿cuál será la incertidumbre porcentual en la constante k?

- A. 4 %
- B. 8 %
- C. 16 %
- D. 32 %

4. Se mide cada lado de un cubo de metal y resulta  $2,0 \text{ cm} \pm 0,20 \text{ cm}$ . ¿Cuál será la incertidumbre absoluta en el volumen calculado del cubo?

- A.  $\pm 0,08 \text{ cm}^3$
- B.  $\pm 0,60 \text{ cm}^3$
- C.  $\pm 0,80 \text{ cm}^3$
- D.  $\pm 2,4 \text{ cm}^3$

5. Se mide cada lado de un cubo de metal y resulta  $2,0 \text{ cm} \pm 0,20 \text{ cm}$ . ¿Cuál será la incertidumbre absoluta en el volumen calculado del cubo?

- A.  $\pm 0,08 \text{ cm}^3$
- B.  $\pm 0,60 \text{ cm}^3$
- C.  $\pm 0,80 \text{ cm}^3$
- D.  $\pm 2,4 \text{ cm}^3$

6. Los lados de un cuadrado miden  $5,0 \pm 0,2 \text{ cm}$ . ¿Cuál de las siguientes opciones indica el área del cuadrado y su incertidumbre?

- A.  $25,0 \pm 0,2 \text{ cm}^2$
- B.  $25,0 \pm 0,4 \text{ cm}^2$
- C.  $25 \pm 2 \text{ cm}^2$
- D.  $25 \pm 4 \text{ cm}^2$

7. Se mide la corriente en un resistor resultando  $2,00 \text{ A} \pm 0,02 \text{ A}$ . ¿Cuál de las siguientes respuestas identifica correctamente la incertidumbre absoluta y la incertidumbre en porcentaje de la corriente?

	Incertidumbre absoluta	Incertidumbre en porcentaje
A.	$\pm 0,02 \text{ A}$	$\pm 1 \%$
B.	$\pm 0,01 \text{ A}$	$\pm 0,5 \%$
C.	$\pm 0,02 \text{ A}$	$\pm 0,01 \%$
D.	$\pm 0,01 \text{ A}$	$\pm 0,005 \%$

8. En un experimento para medir la aceleración de caída libre en la superficie de la Tierra se obtuvieron los siguientes resultados.

Aceleración de caída libre / $\text{m s}^{-2}$
7,69

7,70
7,69
7,68
7,70

Los resultados son

- A. Exactos y precisos.
- B. Inexactos pero precisos.
- C. Exactos pero imprecisos.
- D. Inexactos e imprecisos.

9. La rapidez del sonido  $v$  en un gas se relaciona con la presión  $p$  y la densidad  $D$  del gas por medio de la formula

$$v = \sqrt{\frac{p\gamma}{D}}$$

Donde  $\gamma$  es una constante.

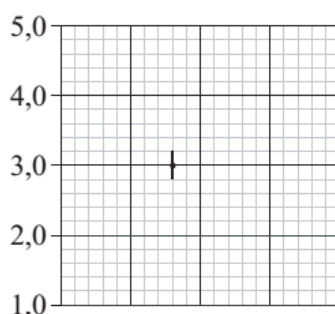
Se mide la rapidez,  $v$ , a densidad constante para diferentes valores de presión  $p$ . ¿Cuál de los siguientes gráficos dará lugar a una línea recta?

- A.  $V$  frente a  $p$
- B.  $V^2$  frente a  $p$
- C.  $\sqrt{V}$  frente a  $\gamma p$
- D.  $V$  frente a  $\frac{p}{D}$

10. Medir una cierta magnitud, se presentan tanto errores aleatorios como errores sistemáticos. ¿Qué cambios sobre los errores aleatorios y sistemáticos, de haberlos, tendría la repetición de mediciones de dicha magnitud

	aleatorio	sistemático
A.	se reduce	se reduce
B.	se reduce	no cambia
C.	no cambia	se reduce
D.	no cambia	no cambia

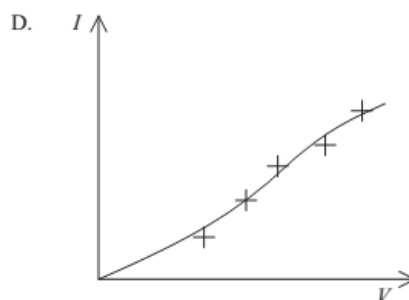
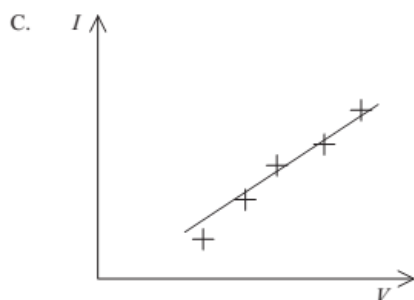
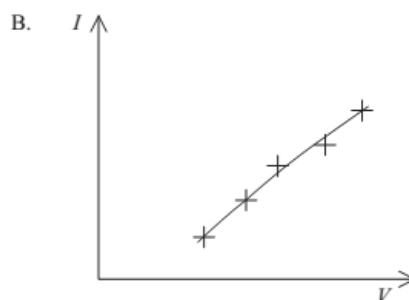
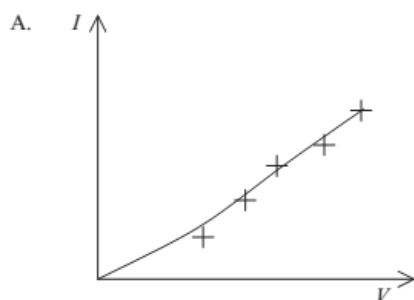
11. El retículo siguiente muestra sobre un gráfico un punto y su barra de error asociada. No se muestra el eje x.



¿cuál de las siguientes respuestas indica el enunciado correcto del valor y del punto junto a su incertidumbre?

- A.  $3 \pm 0,2$
- B.  $3,0 \pm 0,2$
- C.  $3,0 \pm 0,20$
- D.  $3,00 \pm 0,20$

12. Sobre un gráfico se representan los valores de la corriente  $I$  que recorre un componente eléctrico y de la correspondiente diferencia de potencial  $V$  a través de dicho componente. Se incluyen barras de error para cada punto. ¿Cuál de los siguientes gráficos muestra la línea de mejor ajuste para los puntos marcados?



13. La frecuencia  $f$  de un sistema oscilante viene dada por

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Donde  $g$  y  $\pi$  son constantes.

Se mide la frecuencia  $f$  para diferentes valores de  $l$  y se traza una gráfica.

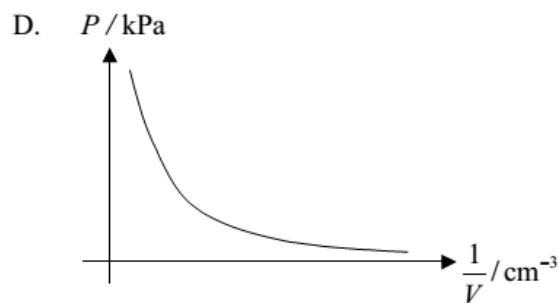
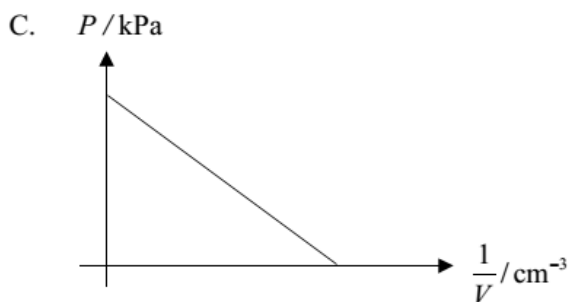
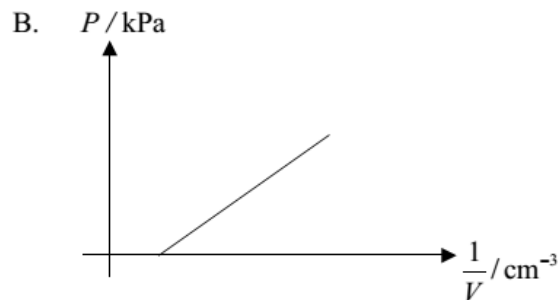
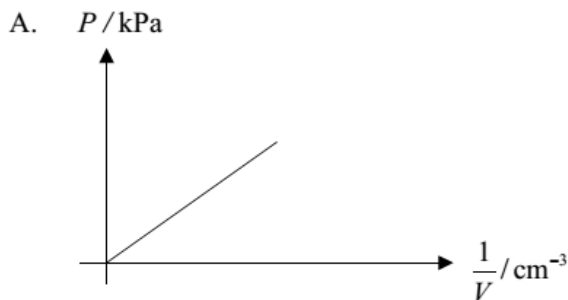
¿Cuál de los siguientes trazados proporcionará una línea recta como gráfica?

	eje $y$	eje $x$
A.	$\sqrt{f}$	$\sqrt{l}$
B.	$\sqrt{f}$	$l$
C.	$f^2$	$\frac{1}{l}$
D.	$f^2$	$\sqrt{l}$

14. ¿Cuál de las siguientes es la mejor estimación, hasta una cifra significativa, de la cantidad mostrada a continuación?

$$\frac{\pi \times 8,1}{\sqrt{15,9}}$$

- A. 1,5  
B. 2,0  
C. 5,8  
D. 6,0
15. Un amperímetro tiene error de cero. Este defecto
- A. no afectará ni a la precisión ni a la exactitud de las lecturas.  
B. afectará sólo a la precisión de las lecturas.  
C. afectará sólo a la exactitud de las lecturas.  
D. afectará tanto a la precisión como a la exactitud de las lecturas.
16. Se miden la presión  $P$  y el volumen  $V$  de una muestra de gas a temperatura constante y se dibuja la gráfica de  $P$  frente a  $\frac{1}{V}$ .  
¿Cuál de las siguientes graficas se obtendrá si  $P$  es proporcional a  $\frac{1}{V}$  y existe un error sistemático en la  $\frac{1}{V}$  medición de  $P$ ?



17. Los lados del rectángulo formado por una plancha se han medido y sus longitudes se muestran en la figura esquemática que sigue, junto con sus incertidumbres.

¿Cuál de las que siguen es la mejor estimación de la incertidumbre porcentual correspondiente al área calculada de la plancha?

- A.  $\pm 2\%$
- B.  $\pm 4\%$
- C.  $\pm 6\%$
- D.  $\pm 8\%$

18. Los periodos orbitales  $T$  de los planetas del sistema solar tienen una relación con sus distancias medias  $r$  con respecto al Sol que se expresan por  $T^2 = kr^3$  Donde  $k$  es una constante.

¿Qué variables habrán de representarse para que la gráfica que se obtenga sea una línea recta?

- A.  $T^2$  con respecto a  $r^3$
- B.  $T^2$  con respecto a  $r$
- C.  $T$  con respecto a  $r$
- D.  $T$  con respecto a  $r^3$

19. La medición repetida de una magnitud puede reducir los efectos de:

- A. tanto los errores aleatorios como los sistemáticos.
- B. sólo los errores aleatorios.
- C. sólo los errores sistemáticos.
- D. ni los errores aleatorios ni los sistemáticos.

- 20.** La frecuencia de oscilación  $f$  de una masa  $m$  suspendida de un resorte vertical está dada por  
Donde  $k$  es la constante del resorte.

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

¿Cuál de los siguientes gráficos producirá una línea recta?

- A.  $f$  en función de  $m$
- B.  $f^2$  en función de  $\frac{1}{m}$
- C.  $f$  en función de  $\sqrt{m}$
- D.  $\frac{1}{f}$  en función de  $m$

- 21.** La potencia  $P$  disipada en un elemento de resistencia  $R$  en que la corriente  $I$  está dada por

$$P = I^2 R.$$

La incertidumbre en el valor de la resistencia de un determinado elemento es  $\pm 10\%$  y la incertidumbre en el valor de la corriente en el elemento es  $\pm 3\%$ . La mejor estimación para la incertidumbre de la potencia disipada es

- A.  $\pm 6\%$ .
- B.  $\pm 9\%$ .
- C.  $\pm 16\%$ .
- D.  $\pm 19\%$ .

## Topic 1 – Measurement and uncertainties

## Formative Assessment

### PROBLEM SET

NAME: \_\_\_\_\_ TEAM: \_\_\_\_\_

*THIS IS A PRACTICE ASSESSMENT. Show formulas, substitutions, answers, and units!*

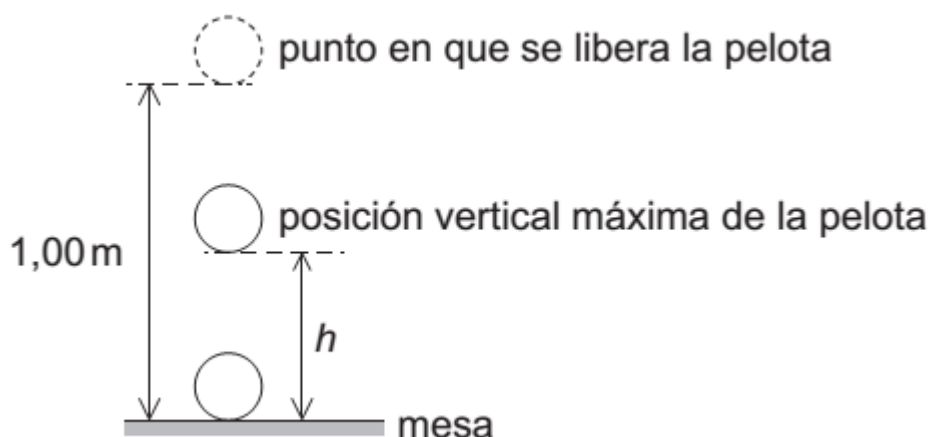
- Explicar cómo se pueden identificar y reducir los errores aleatorios y sistemáticos
- Recoger datos que incluyan incertidumbres absolutas y/o relativas y formularlas con un intervalo de incertidumbre (expresadas como: mejor estimación  $\pm$  rango de incertidumbre)
- Propagar las incertidumbres a través de cálculos con sumas, restas, multiplicaciones, divisiones y Potencias
- Determinar la incertidumbre en gradientes y puntos de intersección

### Topic 1.1 – Measurements in physics-P2

#### Pregunta de análisis de datos.

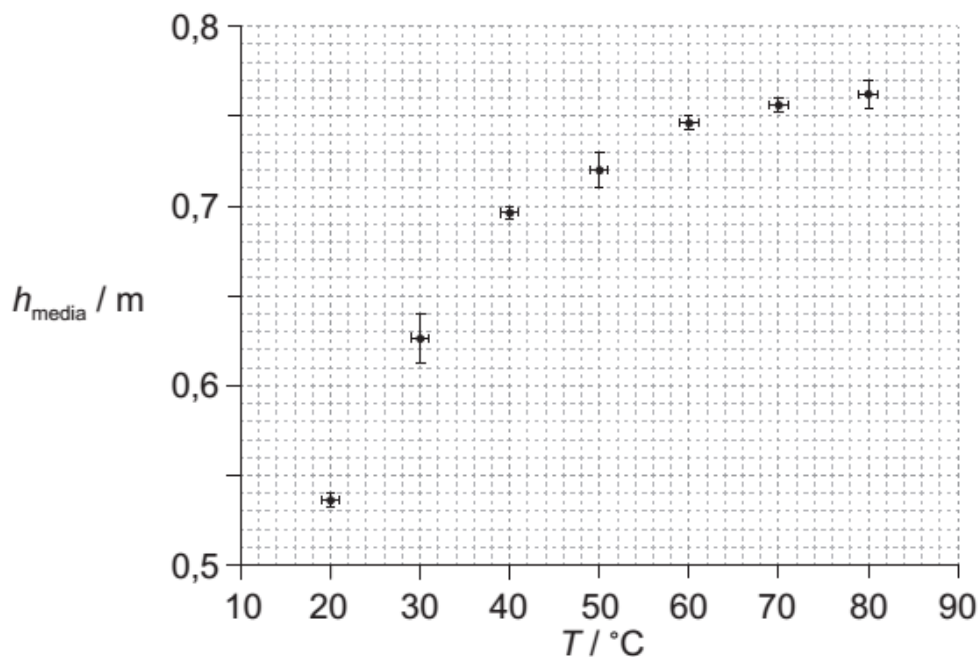
**22.** Se plantea un experimento para investigar la relación entre la temperatura de una pelota y la altura de su primer rebote.

Se coloca una pelota en un vaso de agua hasta que la pelota y el agua están a la misma temperatura. La pelota se deja caer desde una altura de 1,00 m por encima de una mesa. En el primer rebote, se mide la altura vertical máxima  $h$  desde la parte inferior de la pelota hasta la mesa. Se repite el procedimiento dos veces más y se calcula la media  $h$  media de las tres mediciones.



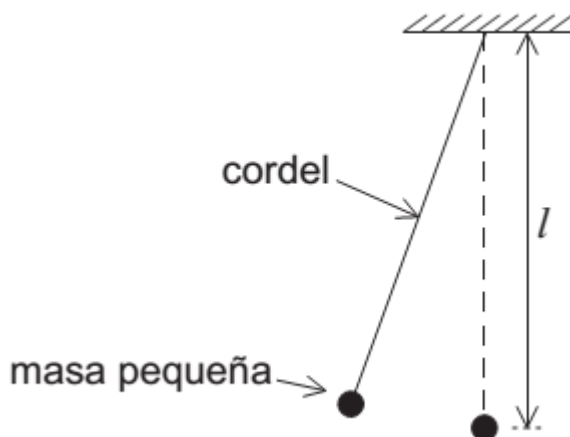
Se repite el procedimiento para cierto rango de temperaturas. La gráfica muestra las variaciones de  $h_{\text{media}}$  con la temperatura  $T$ .





- (a) Dibuje la línea de ajuste óptimo de los datos. [1]
- (b) Un alumno plantea la hipótesis de que  $h_{\text{media}}$  es proporcional a  $T^2$ . [3]
- (i) Utilizando dos puntos de su línea de ajuste óptimo, comente si esta hipótesis es o no válida. [3]
- (ii) Sugiera por qué utilizando dos puntos no puede confirmar que  $h_{\text{media}}$  sea proporcional a  $T^2$ . [1]
- (c) (i) Indique la incertidumbre de cada valor de T. [1]
- (ii) Se mide la temperatura utilizando un termómetro de líquido encerrado en vidrio. Explique por qué es probable que la incertidumbre de T sea constante. [2]
- (d) Otra hipótesis es que  $h_{\text{media}} = KT^3$  donde K es una constante. Utilizando la gráfica de la página 2, calcule la incertidumbre absoluta de K correspondiente a  $T = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$ . [4]

**23.** Un péndulo simple de longitud  $l$  consta de una masa pequeña que cuelga del extremo de un cordel ligero.

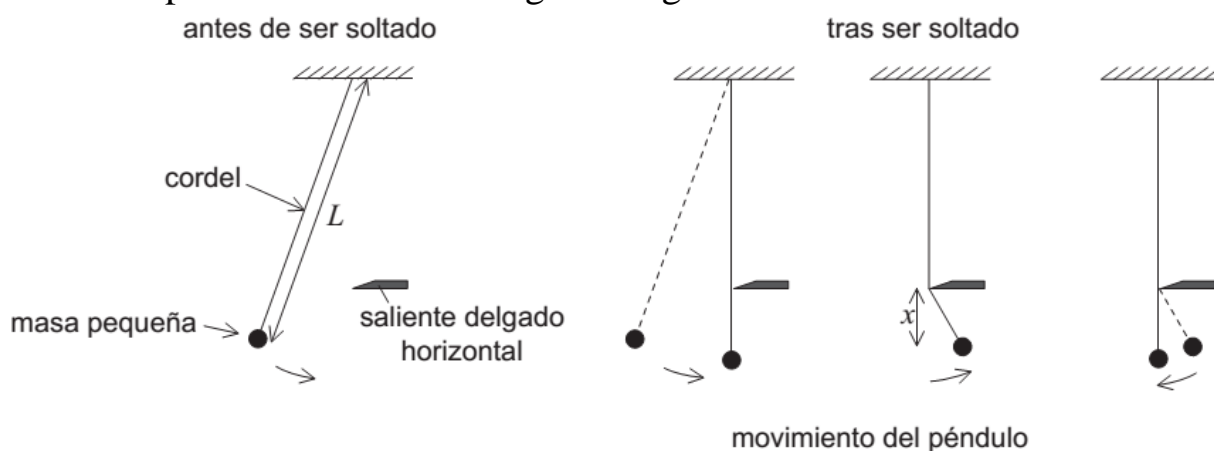


El tiempo  $T$  que tarda la masa en oscilar un ciclo completo viene dado por

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

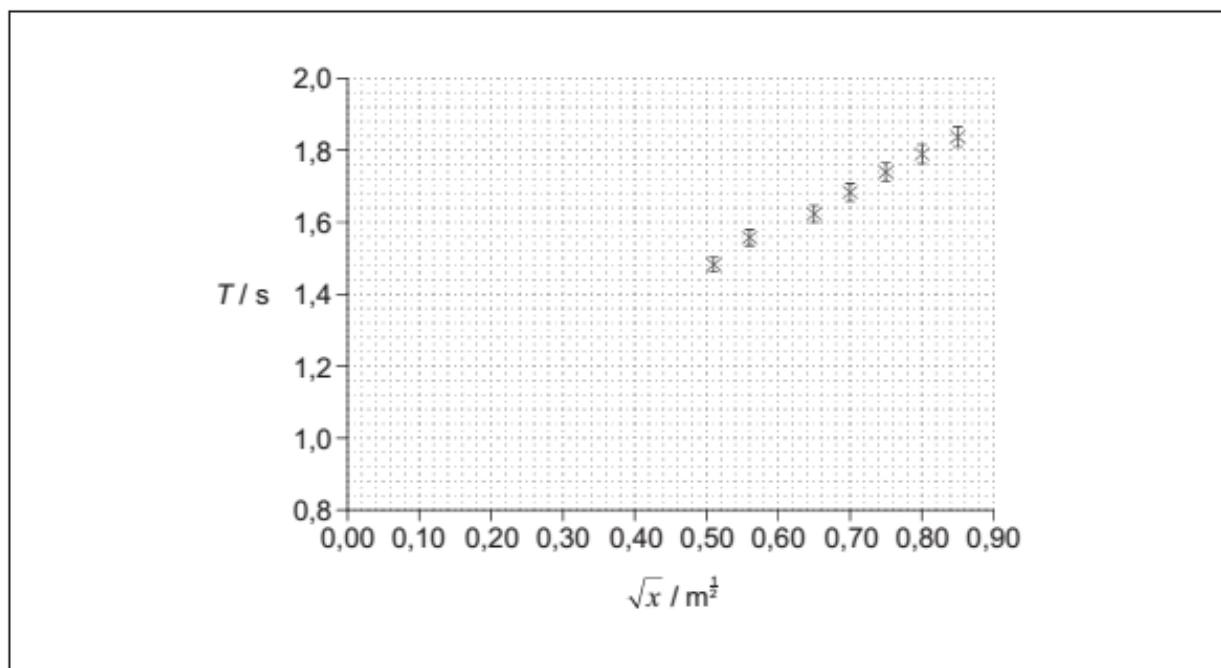
En donde  $g$  es la aceleración debida a la gravedad.

- (a) Un alumno mide  $T$  para una longitud  $l$ , para determinar el valor de  $g$ . Tiempo  $T = 1,9 \text{ s} \pm 0,1 \text{ s}$  y longitud  $l = 0,880 \text{ m} \pm 0,001 \text{ m}$ . Calcule la incertidumbre fraccionaria en  $g$ . [2]
- (b) El alumno modifica el péndulo simple de longitud  $L$  de tal modo que, tras ser soltado oscila durante un cuarto de ciclo hasta que el cordel golpea un saliente delgado y horizontal. En el siguiente medio ciclo, el péndulo oscila con una longitud más corta  $x$ . A continuación, el cordel se separa del saliente delgado y horizontal para oscilar con su longitud original  $L$ .



La longitud  $L$  del cordel se mantiene constante durante el experimento. Se modifica la posición vertical del saliente delgado y horizontal para cambiar  $x$ .

La gráfica muestra la variación del período con  $x$  para los datos obtenidos por el alumno, junto a barras de error para los datos. El error en  $x$  es demasiado pequeño para mostrarlo.

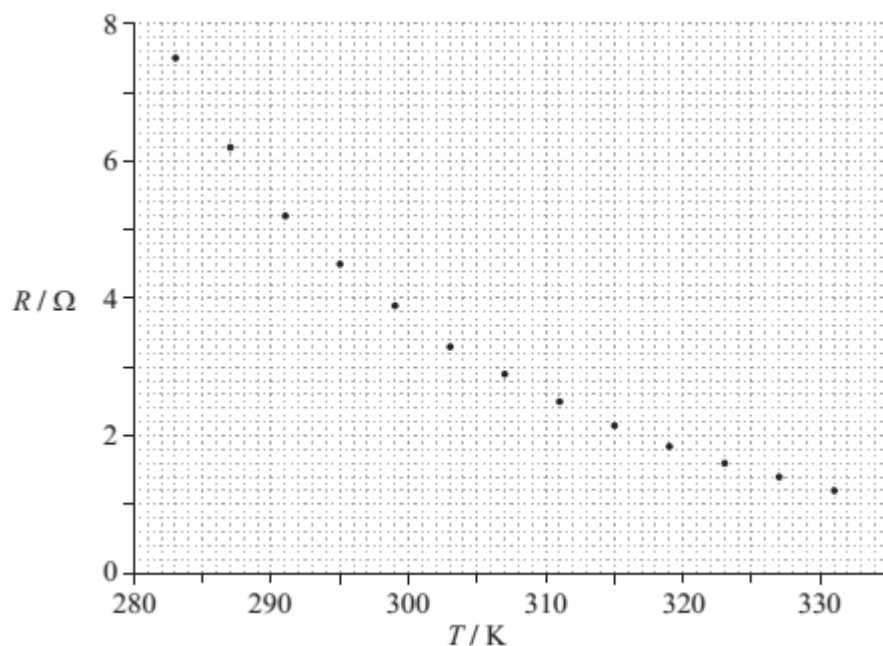


- (i) Deduzca que el período para una oscilación completa del péndulo viene dado por [1]

$$T = \frac{\pi}{\sqrt{g}} (\sqrt{L} + \sqrt{x})$$

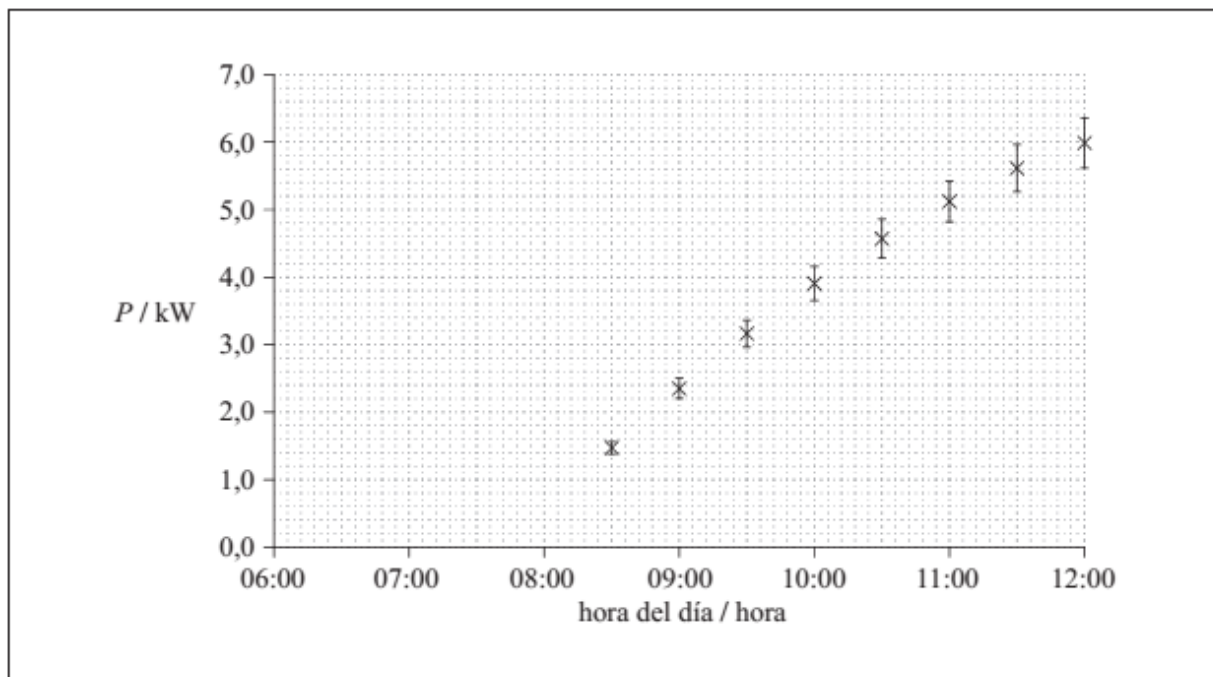
- (ii) Sobre la gráfica, dibuje la línea de ajuste óptimo para los datos. [1]  
 (iii) Determine el gradiente de la gráfica. [3]  
 (iv) Indique el valor de la intersección con el eje T. [1]  
 (v) La ecuación de la línea recta es  $y = m x + c$ . Determine, utilizando sus respuestas en (b)(iii) y (b) (iv), la intersección con el eje  $\sqrt{x}$ . [2]  
 (vi) Calcule L. [1]

**24.** Un alumno monta un circuito para estudiar la variación de la resistencia R de un termistor con coeficiente de temperatura negativo (NTC) con la temperatura T. Los datos se muestran representados sobre la gráfica.

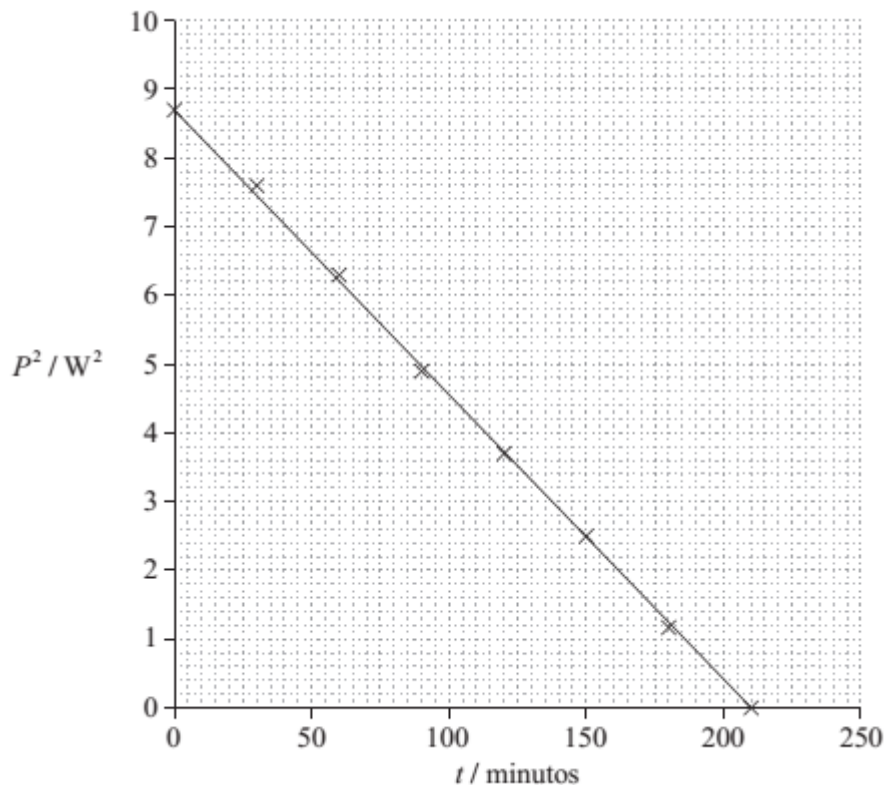


- (a) Dibuje la línea de ajuste óptimo para los puntos. [1]  
 (b)(i) Calcule la pendiente de la gráfica cuando  $T=291$  K. [3]  
 (ii) Indique la unidad de su respuesta de (b)(i). [1]  
 (c) La incertidumbre en el valor de la resistencia es de un 5 %. La incertidumbre en la temperatura es despreciable. Sobre la gráfica, dibuje barras de error para el punto en  $T=283$  K y para el punto en  $T=319$  K. [2]  
 (d) La corriente eléctrica a través del termistor para  $T=283$  K es de 0,78 mA. La incertidumbre en la corriente eléctrica es de 0,01 mA.  
 (i) Calcule la potencia disipada por el termistor en  $T = 283$  K. [1]  
 (ii) Determine la incertidumbre en la potencia disipada por el termistor en  $T=283$  K. [3]

25. Se utiliza unos paneles fotovoltaicos para suministrar la energía eléctrica para una casa. Cuando el panel produce más potencia de la que se consume en la casa, el exceso de potencia se aporta a la red eléctrica general para que lo utilicen otros consumidores. La gráfica muestra cómo varía con la hora del día la potencia  $P$  producida por el panel. Las barras de error muestran la incertidumbre en la potencia suministrada. No se muestra la incertidumbre en el tiempo por ser demasiado pequeña.



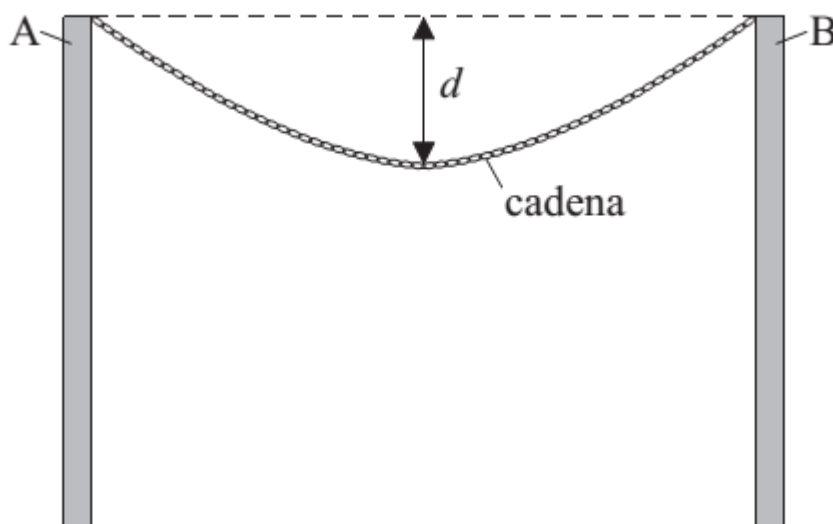
- Utilizando la gráfica, estime la hora del día a la que el panel empieza a generar energía. [2]
- La potencia media consumida en la casa entre las 08:00 y las 12:00 es de 2,0 kW. Determine la energía suministrada por el panel a la red eléctrica general entre las 08:00 y las 12:00. [3]
- La potencia  $P$  producida por el panel se calcula a partir de la fuerza electromotriz (f.e.m.) generada  $V$  y la resistencia  $R$  fija del panel mediante la ecuación  $\frac{V^2}{R}$ . La incertidumbre en el valor de  $R$  es del 2 %. Calcule el porcentaje de incertidumbre en  $V$  a las 12:00. [3]
- Ese mismo día, más tarde se recoge un segundo conjunto de datos que comienzan en  $t = 0$ . En la gráfica se muestra la variación de  $P^2$  con el tiempo  $t$  desde el principio de esta segunda obtención de datos.



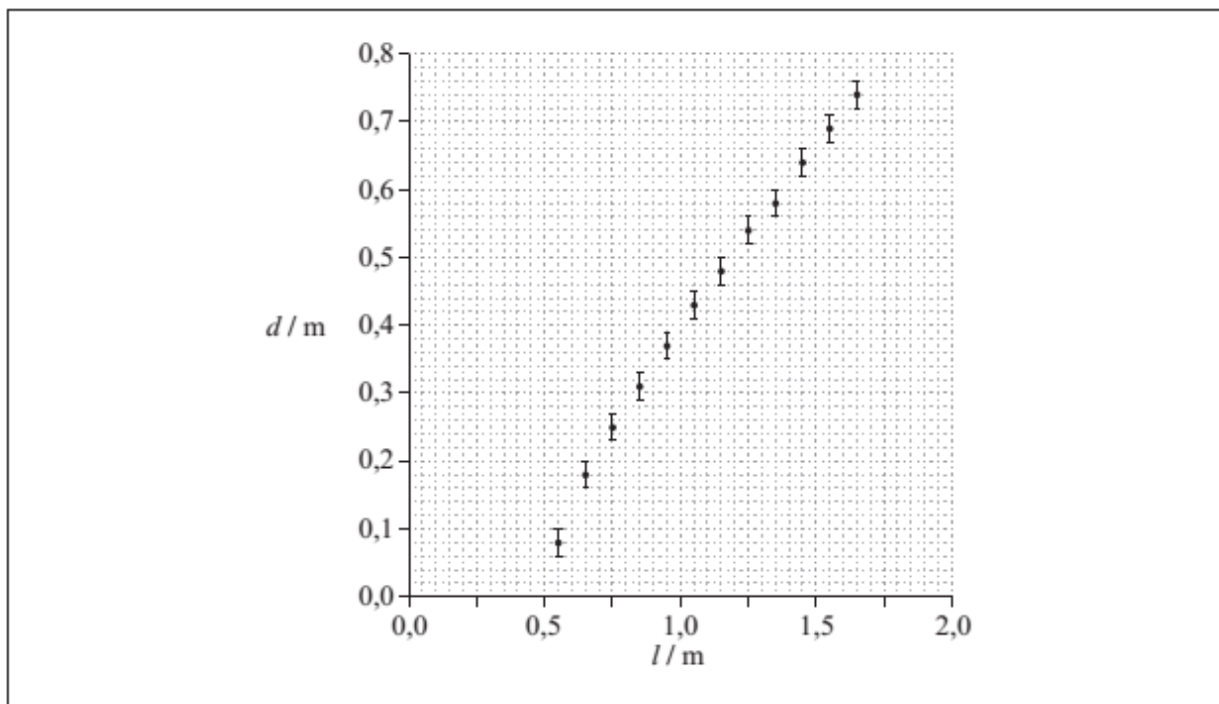
Utilizando la gráfica, determine la relación entre  $P^2$  y  $t$ .

[3]

**26.** Una cadena está suspendida entre dos soportes verticales A y B. La cadena está formada por un cierto número de eslabones metálicos idénticos.

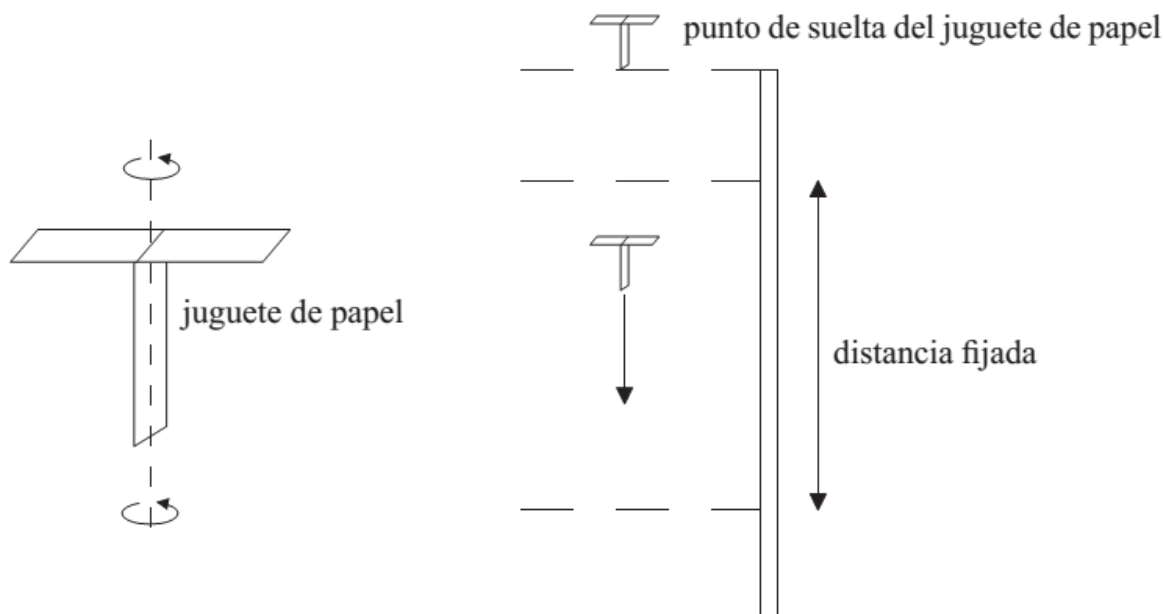


Se puede aumentar la longitud  $l$  de la cadena añadiendo más eslabones. Se llevó a cabo un experimento para investigar cómo varía con  $l$  el descenso  $d$  del punto medio de la cadena medido de la cadena, medida desde la horizontal entre A y B. Los datos obtenidos se representan más abajo. Las incertidumbres en  $l$  son demasiado pequeñas para indicarse.



- (a) Sobre la gráfica contigua, dibuje una línea de ajuste óptimo para los puntos. [1]
- (b) Haciendo referencia a su respuesta a (a),
- (i) explique por qué la relación entre  $d$  y  $l$  no es lineal. [2]
- (ii) estime la distancia horizontal entre los soportes A y B. [2]
- (c) Antes de llevarse a cabo el experimento, se planteó como hipótesis que  $d$  dependía de  $\sqrt{l}$ . Utilizando su respuesta a (a), determine si esa hipótesis es válida. [4]

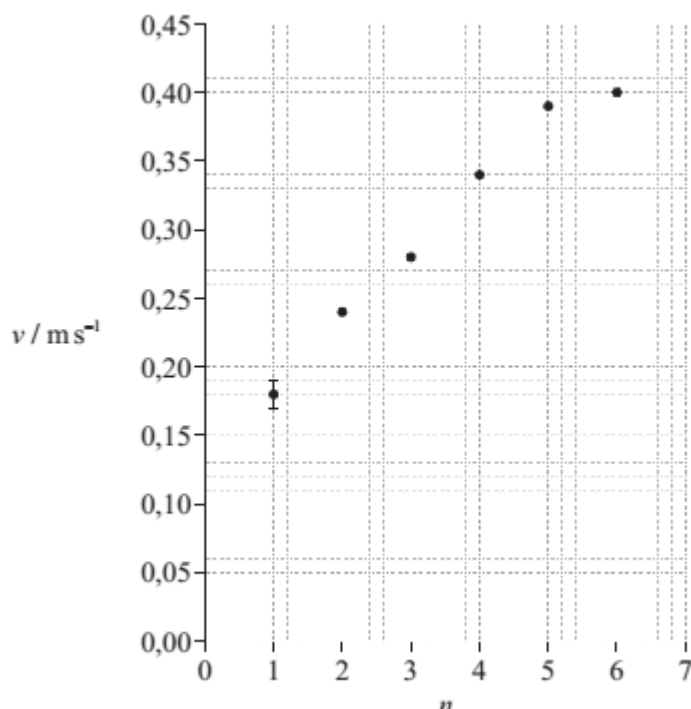
**27.** Un estudiante lleva a cabo un experimento con un juguete de papel que gira a medida que cae lentamente en el aire. Después de soltarlo, el juguete de papel alcanza rápidamente una rapidez vertical constante que se midió sobre una distancia vertical fijada.



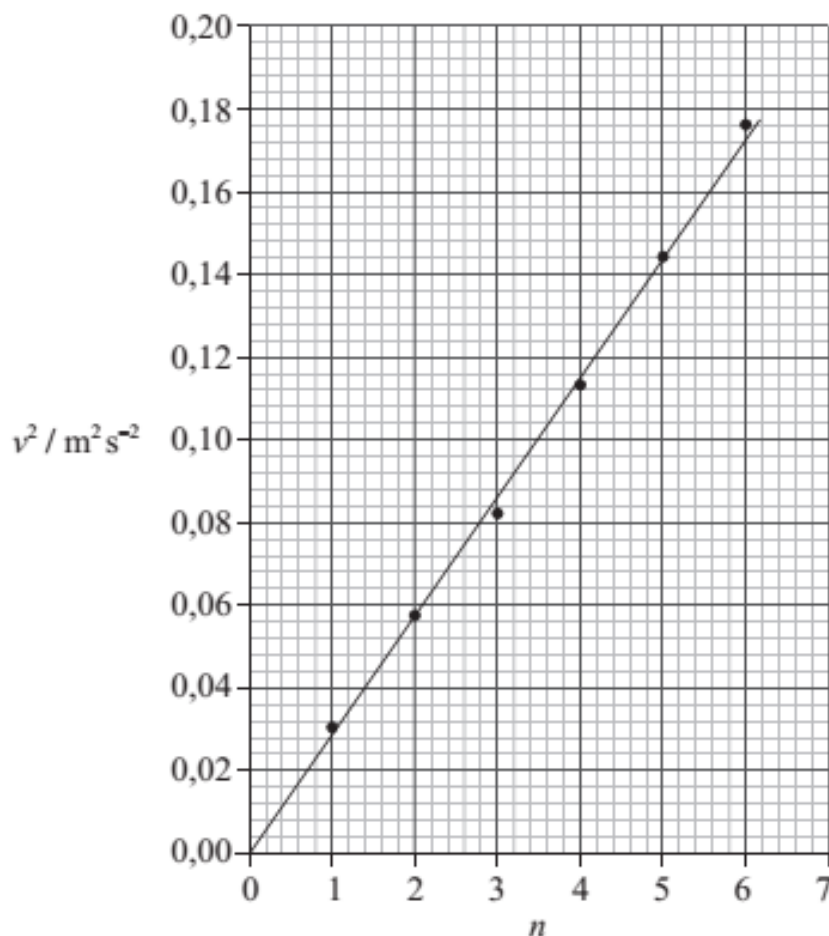


El propósito del experimento era determinar cómo varía la rapidez límite del juguete de papel con su peso. El peso del juguete de papel se cambió utilizando números diferentes de hojas de papel en su construcción.

La gráfica muestra una representación de la rapidez límite  $v$  del juguete de papel (calculada a partir de los datos brutos) frente al número de hojas de papel  $n$  utilizadas para construir el juguete. La incertidumbre de  $v$  para  $n = 1$  se muestra por la barra de error.



- (a) La distancia fijada es de 0,75 m y su incertidumbre absoluta es de 0,01 m. La incertidumbre porcentual en el tiempo de caída a lo largo de la distancia fijada es del 5 %.
- Calcule la incertidumbre absoluta de la rapidez límite del juguete de papel para  $n = 6$ . [1]
  - Dibuje sobre la gráfica una barra de error en el punto correspondiente a  $n = 6$ . [1]
- (b) Dibuje sobre la gráfica la línea de ajuste óptimo para los puntos dato. [1]
- (c) El estudiante plantea la hipótesis de que  $v$  es proporcional a  $n$ . Utilice los puntos dato para  $n=2$  y  $n=4$  del gráfico de la página anterior para demostrar que esta hipótesis es incorrecta. [3]
- (d) Otro estudiante plantea la hipótesis de que  $v$  podría ser proporcional a  $\sqrt{n}$ . Para verificar esta hipótesis, representó gráficamente  $v^2$  frente a  $n$ , como se muestra a continuación.

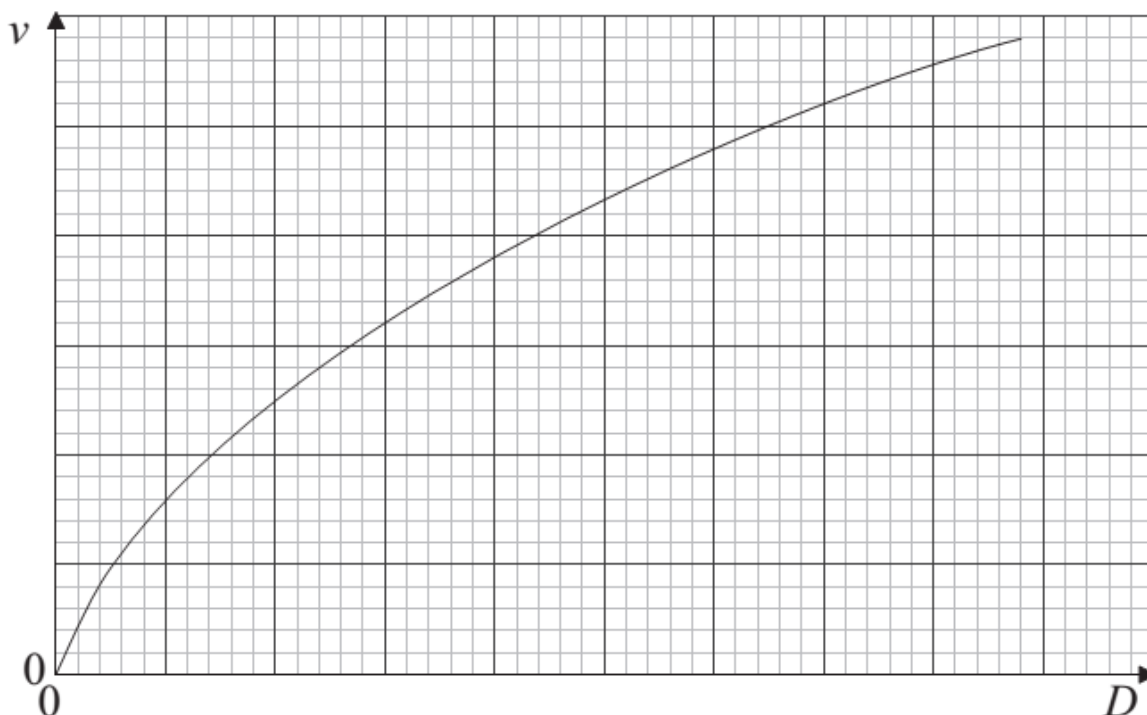


Explique cómo la gráfica verifica la hipótesis de que  $v$  es proporcional a  $\sqrt{n}$ . [3]

**28.** como parte de una campaña de seguridad en carretera, se midieron las distancias de frenado de un coche.

Se instruyó al conductor de un vehículo privado para que viajara a lo largo de una carretera rectilínea a una velocidad constante  $v$ . Se dio una señal al conductor para que parara y éste aplicó los frenos para detener el coche en una distancia tan corta como le fuera posible. Para los distintos valores de  $v$ , se midió la distancia total recorrida por el coche,  $D$ , después de que se diera la señal de parada. A continuación se muestra un esquema gráfico de los resultados.





- (a) Indique por qué el esquema gráfico sugiere que  $D$  y  $v$  no están relacionadas por una expresión de la forma

$$D = mv + c$$

Donde  $m$  y  $c$  son constantes.

[1]

- (b) Se sugirió que  $D$  y  $v$  pudieran estar relacionadas por una expresión de la forma

$$D = av + bv^2$$

Donde  $a$  y  $b$  fueran constantes.

Para probar esta sugerencia, se utilizaron los datos mostrados a continuación. No se muestran las incertidumbres en las medidas de  $D$  y  $v$ .

$v / \text{ms}^{-1}$	$D / \text{m}$	$\frac{D}{v} / \dots\dots\dots$
10,0	14,0	1,40
13,5	22,7	1,68
18,0	36,9	2,05
22,5	52,9	
27,0	74,0	2,74
31,5	97,7	3,10

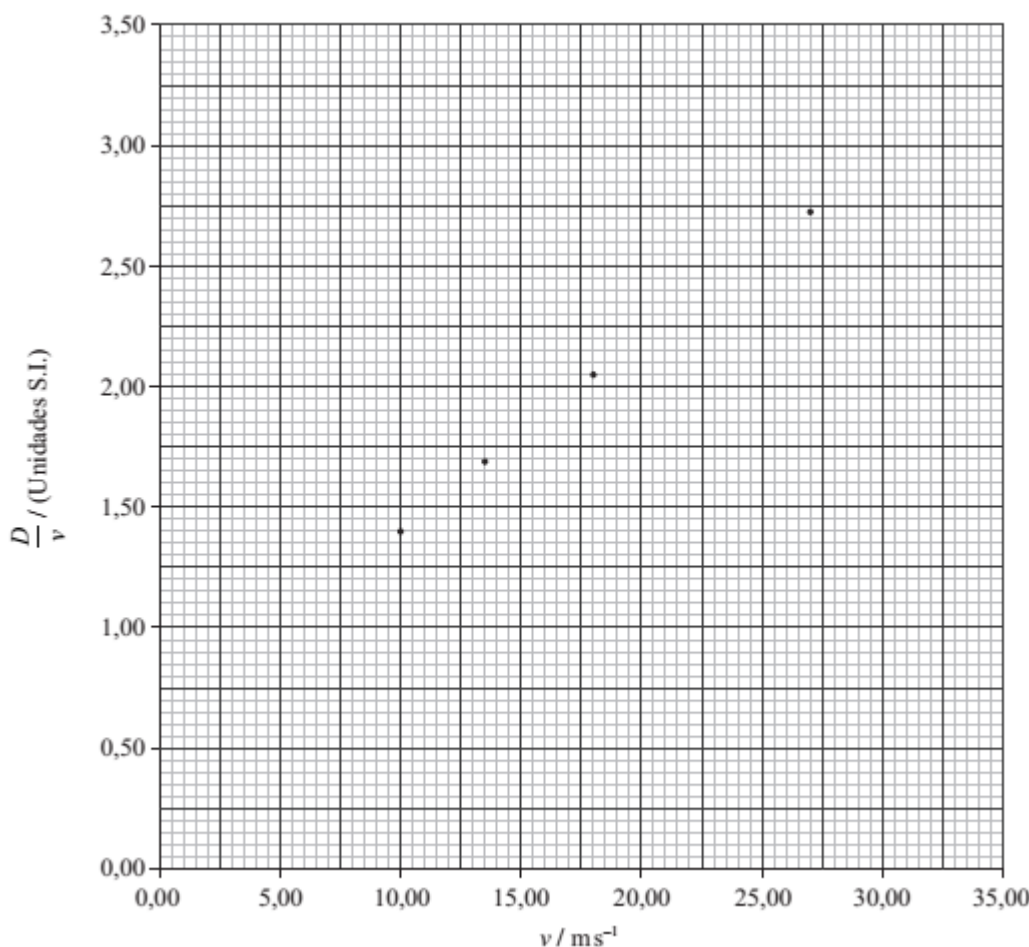
- (i) En la tabla anterior, indique la unidad de  $\frac{D}{v}$ .

[1]

- (ii) calcule el valor de  $\frac{D}{v}$ , para  $v=22,5 \text{ ms}^{-1}$ , con el número apropiado de cifras significativas.

[1]

- (c) Se han utilizado los datos de la tabla para trazar una gráfica de  $\frac{D}{v}$  (eje y) frente a  $v$  (eje x). Algunos de los puntos se muestran representados a continuación.



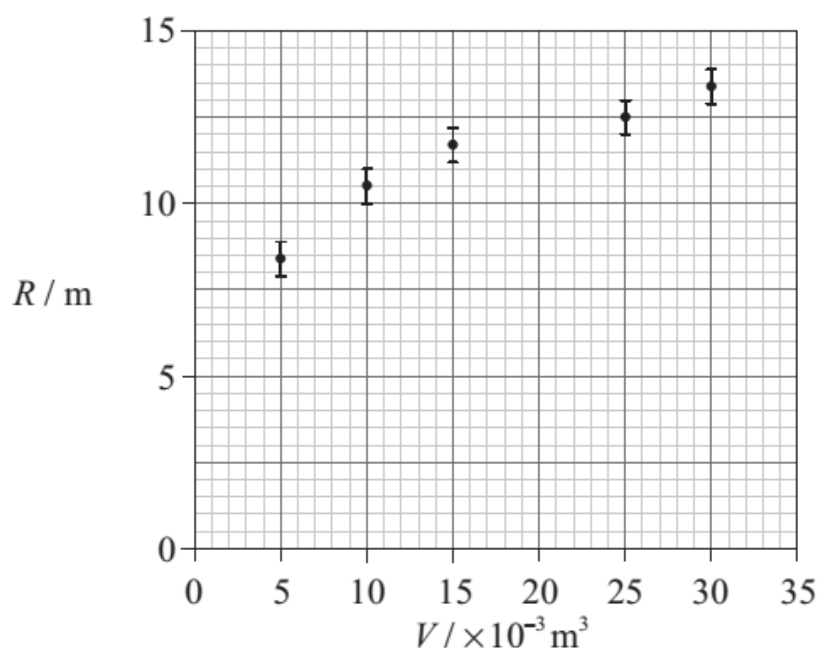
Sobre la gráfica anterior,

- (i) represente los puntos correspondientes a  $22,5 \text{ ms}^{-1}$  y a  $31,5 \text{ ms}^{-1}$ . [2]  
 (ii) dibuje la línea de mejor ajuste para todos los puntos. [1]  
 (d) Utilice su gráfica de (c) para determinar  
 (i) la distancia total de parada  $D$  para una velocidad de  $35 \text{ ms}^{-1}$ . [2]  
 (ii) la intersección sobre el eje  $\frac{D}{v}$ . [1]  
 (iii) el gradiente de la línea de mejor ajuste. [2]  
 (e) Utilizando sus respuestas a (d)(ii) y (d)(iii), deduzca la ecuación para  $D$  en función de  $v$ .  
 $D = \dots\dots\dots$  [1]  
 (f) (i) Utilice su respuesta a (e) para calcular la distancia  $D$  correspondiente a una velocidad  $v$  de  $35,0 \text{ m s}^{-1}$ . [1]  
 (ii) Discuta brevemente sus respuestas a (d)(i) y (f)(i). [1]

**29.** Esta pregunta trata del análisis de una bola de fuego causada por una explosión. Cuando un fuego arde dentro de un espacio confinado, el fuego puede a veces extenderse muy rápidamente en la forma de una bola de fuego circular. Conocer la velocidad a la que se pueden expandir estas bolas de fuego es de gran importancia para los bomberos. Para poder predecir esta velocidad, se ha llevado a cabo una serie de experimentos controlados

en los que se prendió fuego a una cantidad conocida de petróleo contenida en un recipiente. El radio  $R$  de la bola de fuego resultante de la explosión del petróleo en el recipiente se midió en función del tiempo  $t$ . Los resultados del experimento para cinco volúmenes de petróleo se representan a continuación. (No se muestran las incertidumbres de los datos.)

- (a) La hipótesis original era que, para un volumen dado de petróleo, el radio  $R$  de la bola de fuego sería directamente proporcional al tiempo  $t$  después de la explosión. Indique dos razones por las cuales los datos representados no respaldan esta hipótesis. [2]
- (b) La incertidumbre en el radio es de  $\pm 0,5$  m. El añadido de barras de error a los puntos de datos mostraría que de hecho existe un error sistemático en los datos representados. Sugiera una razón para este error sistemático. [2]
- (c) Se sabe que la energía liberada en la explosión es proporcional al volumen inicial de petróleo. Una hipótesis planteada por los experimentadores es que, en un instante dado, el radio de la bola de fuego es proporcional a la energía  $E$  liberada por la explosión. Con el fin de poner a prueba esta hipótesis, se representó el radio  $R$  de la bola de fuego 20 ms después de la explosión frente al volumen inicial  $V$  de petróleo que la provocó. El gráfico resultante se muestra a continuación.



Se han incluido las incertidumbres en  $R$ . La incertidumbre en el volumen de petróleo es despreciable.

- (i) Describa cómo se obtienen los datos para el gráfico de arriba a partir del gráfico en (a). [1]
- (ii) Trace la línea de mejor ajuste para los puntos. [2]
- (iii) Explique si los datos representados junto a las barras de error respaldan la hipótesis de que  $R$  es proporcional a  $V$ . [2]
- (d) El análisis muestra que la relación entre el radio  $R$ , la energía liberada  $E$  y el tiempo  $t$  viene de hecho dada por

$$R^5 = Et^2.$$

Utilice los datos del gráfico en (c) para deducir que la energía liberada por la combustión de  $1,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  de petróleo es de alrededor de 30 MJ. [4]

**30.** Esta pregunta trata de una tela de araña.

Se llevó a cabo un experimento para medir la extensión  $x$  de un filamento de una tela de araña cuando se le aplica una carga  $F$ . A continuación se muestran marcados los resultados del experimento. No se muestran las incertidumbres en las medidas.

(a) Dibuje una línea de mejor ajuste para los puntos. [1]

(b) Cuando se aplica una carga al material, se dice que éste está bajo “esfuerzo”. El módulo  $P$  del esfuerzo viene dada por

$$P = \frac{F}{A}$$

Donde  $A$  es el área de la sección transversal de la muestra de material.

Utilice el gráfico y los siguientes datos para deducir que el filamento usado en el experimento tiene un mayor esfuerzo de ruptura que el acero.

Esfuerzo de ruptura del acero  $= 1,0 \times 10^9 \text{ Nm}^{-2}$

Radio del filamento de tela de araña  $= 4,5 \times 10^{-6} \text{ m}$  [3]

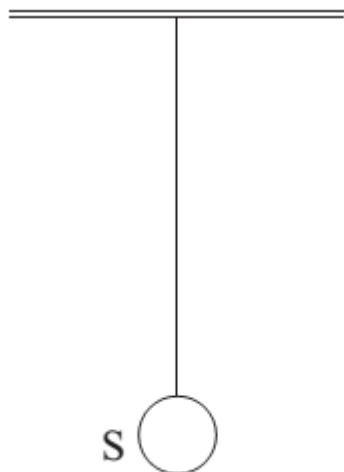
(c) En una tela de araña concreta, un filamento tiene la misma longitud original que el filamento utilizado en el experimento. En la elaboración de la tela, la longitud original del filamento es alargada en  $2,4 \times 10^{-2} \text{ m}$ .

(i) Utilice el gráfico para deducir que la cantidad de trabajo requerida para seguir alargando el filamento hasta la longitud exacta en la que éste rompe es de alrededor de  $1,6 \times 10^{-3} \text{ J}$ . Explique su razonamiento. [3]

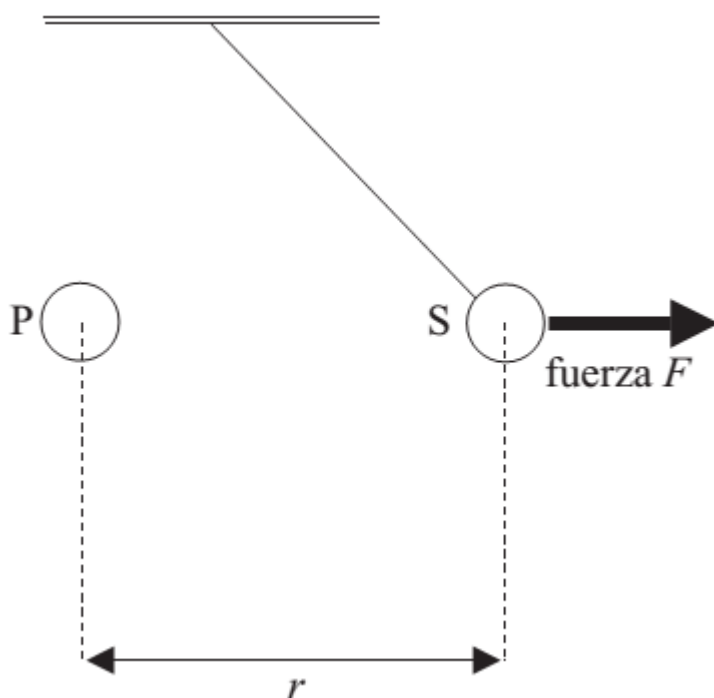
(ii) Para que el filamento no rompa por el impacto de un insecto en vuelo, el filamento debe ser capaz de absorber toda la energía cinética del insecto cuando éste es frenado por el impacto. Determine la velocidad de impacto que un insecto de masa 0,15 g debe tener para que pueda romper justamente el filamento. [3]

**31.** Esta pregunta trata sobre un experimento de electrostática que pretende investigar cómo varía la fuerza entre dos cargas con la distancia existente entre ellas.

Una pequeña esfera cargada  $S$  cuelga verticalmente de un hilo aislante, como se muestra en la figura.

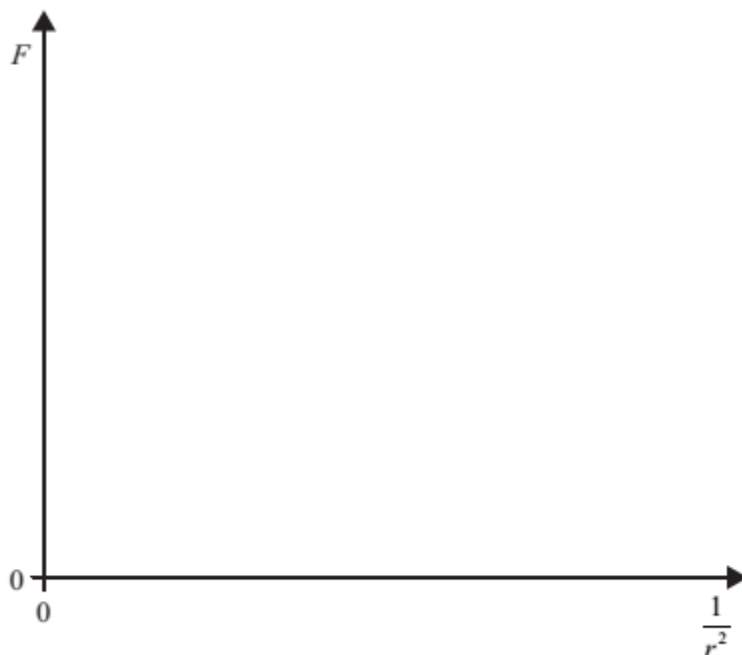


Una segunda esfera cargada P, idéntica a la anterior, se coloca próxima a S. Como muestra la figura, S es repelida.

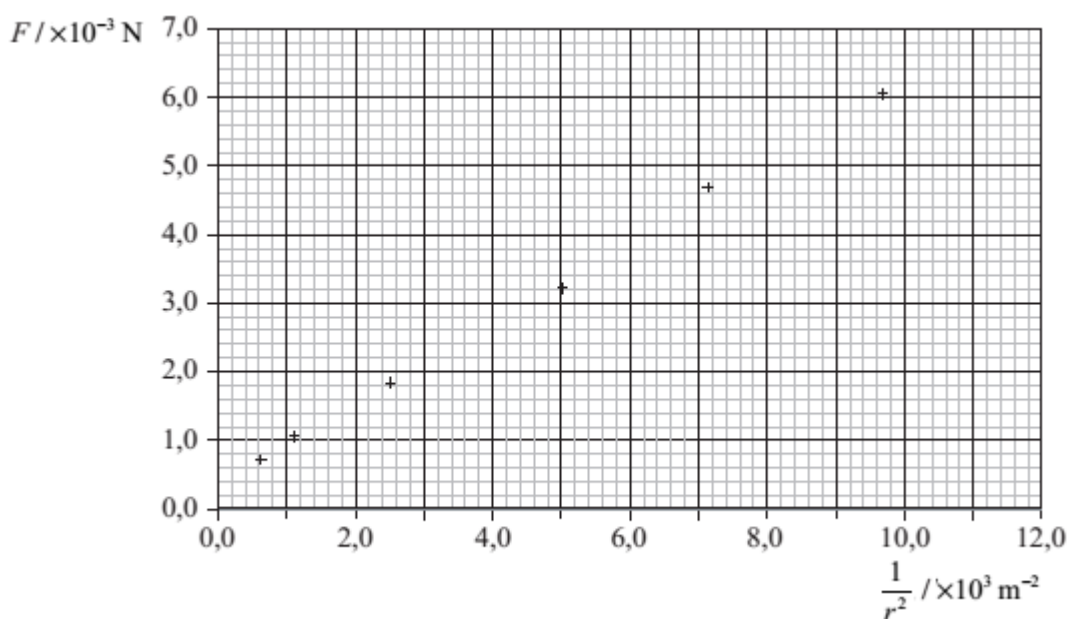


El módulo de la fuerza electrostática sobre la esfera S es F. La separación entre las dos esferas es r.

- (a) Sobre los ejes dibujados más abajo, dibuje un esquema gráfico para mostrar cómo, basándose en la ley de Coulomb, esperaría usted que F variara con  $\frac{1}{r^2}$ . [2]



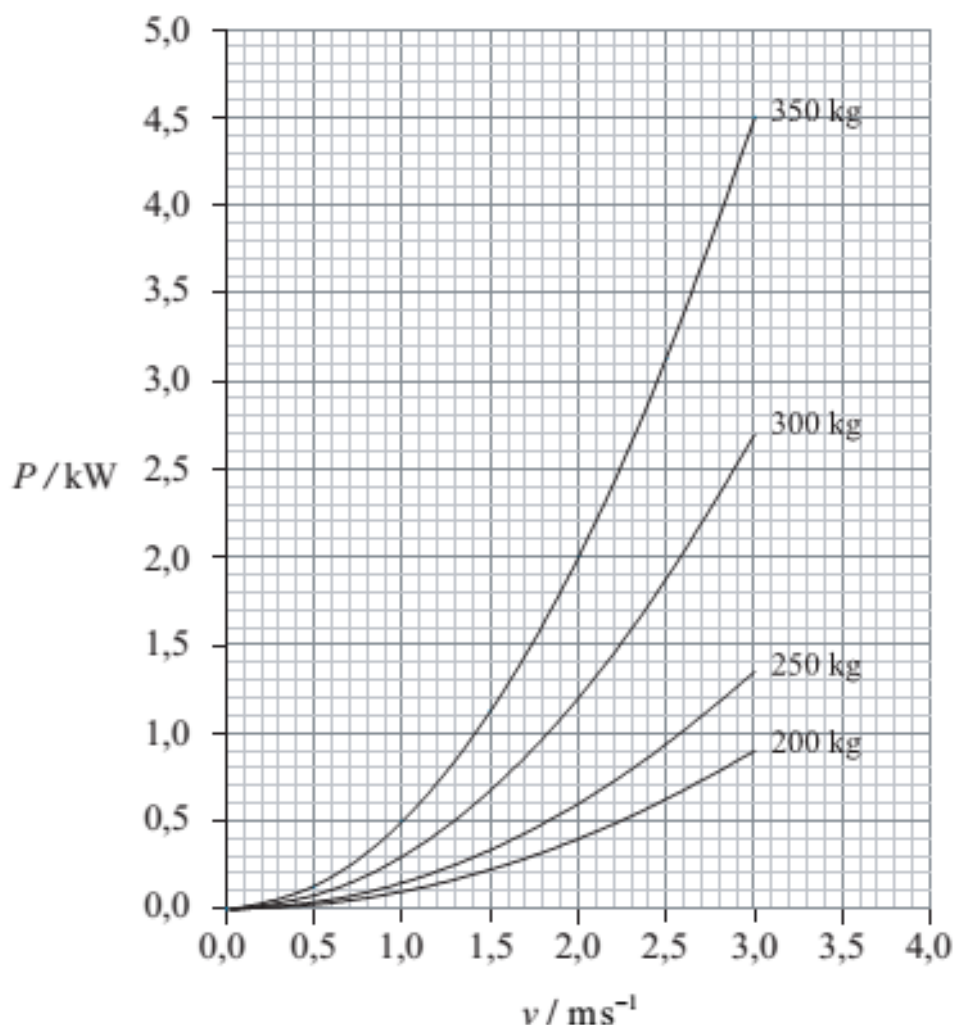
Se determinan valores de  $F$  para diferentes valores de  $r$ . La variación de esos valores con  $\frac{1}{r^2}$  se muestra a continuación. Las incertidumbres estimadas de esos valores son despreciables.



- (b)(i) dibuje la línea de mejor ajuste para esos puntos. [2]
- (ii) Utilice la gráfica para explicar si en el experimento hay errores aleatorios, sistemáticos o de ambos tipos. [3]
- (iii) Calcule el gradiente de la línea dibujada en (b) (i). [2]
- (iv) El valor de la carga de cada esfera es el mismo. Utilice su respuesta a (b) (iii) para calcular dicho valor. [4]

**32.** Esta pregunta trata sobre la potencia de salida de un motor fuera de borda.

Una pequeña barca está propulsada por un motor fuera de borda de potencia variable  $P$ . El gráfico que sigue a continuación muestra la variación de la potencia  $P$  con la velocidad  $v$  cuando la barca transporta diferentes cargas.



Las masas indicadas se refieren a la masa total de la barca y los pasajeros.

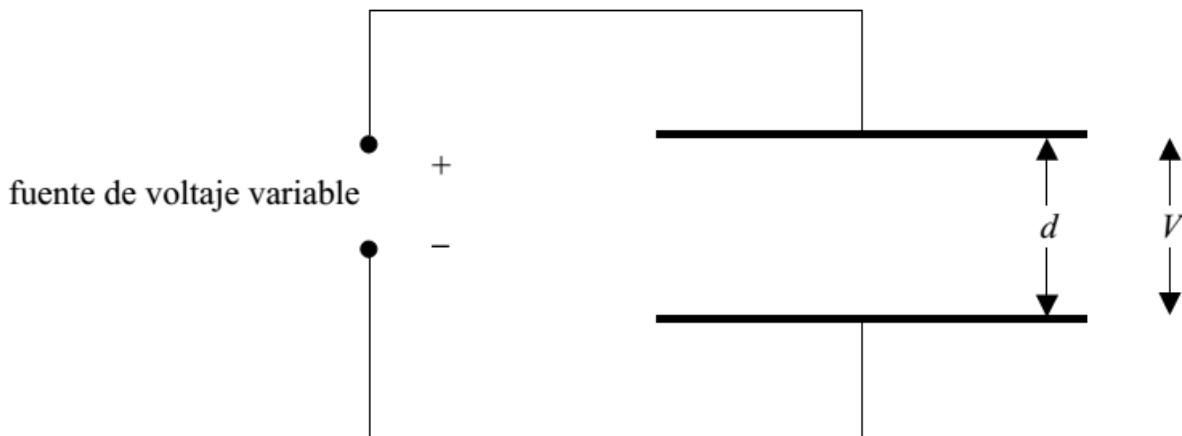
- (b) Si la barca tiene una velocidad estacionaria de  $2,0 \text{ ms}^{-1}$  y su masa total es de 350 kg
- (ii) utilice el gráfico anterior para determinar la potencia del motor. [1]
  - (iii) calcule la fuerza de rozamiento (resistiva) que actúa sobre la barca. [2]

Considérese el caso de la barca moviéndose con una velocidad de  $2,5 \text{ ms}^{-1}$ .

- (c) (i) Utilice los ejes de más abajo para elaborar un gráfico que muestre la variación de la potencia,  $P$  con la masa total  $W$ . [6]
- (ii) Utilice los datos del gráfico que haya trazado para determinar la potencia del motor para una masa total de 330 kg. [1]

**33.** Esta pregunta trata de la medición de la permitividad del espacio vacío  $\epsilon_0$ . El diagrama siguiente muestra dos placas conductoras paralelas conectadas a una fuente de voltaje variable. Las placas tienen áreas iguales y están separadas una distancia  $d$ .



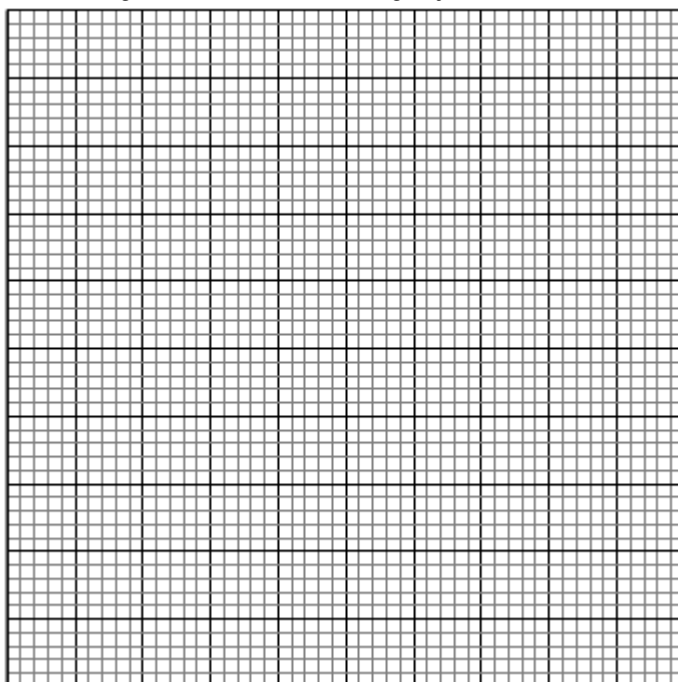


La carga  $Q$  en una de las placas se mide para distintos valores de la diferencia de potencial  $V$  aplicada entre las placas. Los valores obtenidos se muestran en la tabla inferior. No se tienen en cuenta las incertidumbres en los datos.

$V / V$	$Q / nC$
10,0	30
20,0	80
30,0	100
40,0	160
50,0	180

(a) Represente una gráfica de  $V$ (eje x) frente a  $Q$ (eje y).

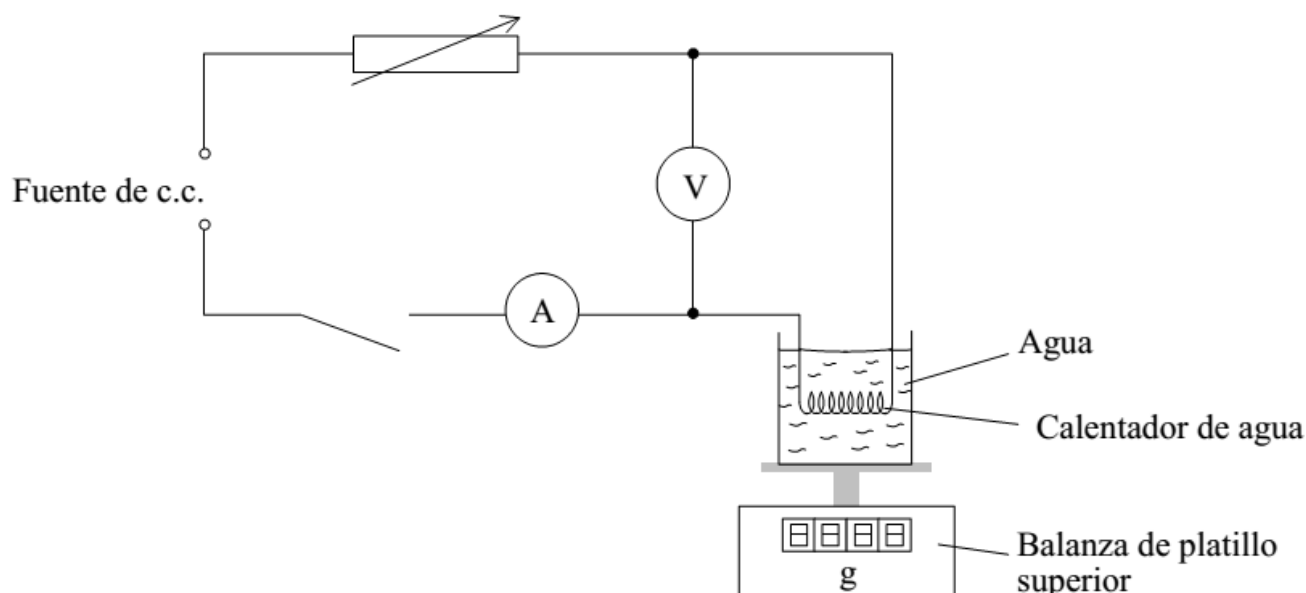
[4]





- (b) Dibuje la línea que mejor se ajuste a los puntos. [1]  
 (c) Determine el gradiente de su línea con el mejor ajuste. [2]  
 (d) El gradiente del gráfico es una propiedad de las dos placas que se conoce como capacitancia. Deduzca las unidades de capacitancia. [1]  
 La relación entre  $Q$  y  $V$  para este caso viene dada por la expresión en donde  $A$  es el área de una de las placas.  
 En este experimento concreto  $A=0,20 \text{ m}^2$   $d=0,50 \text{ mm}$ . [3]  
 (e) Utilice su respuesta en (c) para determinar un valor para

**34.** Se pidió a algunos estudiantes que proyectaran y realizaran un experimento para determinar el calor latente de vaporización del agua. Los estudiantes dispusieron los aparatos como se indica seguidamente.



El circuito se cerró y la corriente se mantuvo constante ajustando la resistencia variable. Se anotaron la lectura del voltímetro y del amperímetro. Una vez hirvió el agua a un régimen constante, se tomó nota de la lectura de la balanza de platillo superior y, al mismo tiempo, se puso en marcha un cronómetro. Se volvió a tomar nota de la lectura de la balanza de platillo superior transcurridos 200 segundos y, seguidamente, después de otros 200 segundos.

Se calculó el cambio en la lectura de la balanza de platillo superior durante cada lapso de 200 segundos y, además, se obtuvo una media de los valores. Se calculó la potencia del calentador multiplicando para ello las lecturas del voltímetro y del amperímetro.

- (a) Proponga cómo podrían los estudiantes saber que el agua estaba hirviendo a un régimen constante. [1]  
 (b) Explique por qué se tomó nota de la lectura de la masa perdida durante el primer lapso de 200 segundos y, posteriormente, de la lectura de la masa perdida durante el segundo lapso de 200 segundos, en vez de efectuar una sola lectura de la masa perdida durante los 400 segundos. [2]

Los estudiantes repitieron el experimento suministrando diferentes potencias al calentador. Se trazó posteriormente un gráfico de la potencia del calentador con respecto a la masa de agua perdida (es decir, el cambio en la lectura de la balanza) durante 200 segundos. El resultado se muestra en el gráfico que sigue. (No se muestran las barras que indican las incertidumbres en las mediciones).

(c)(i) Dibuje en el gráfico de más arriba la línea recta de ajuste óptimo a los datos. [1]

(ii) Determine el gradiente de la línea que ha trazado. [3]

A fin de encontrar un valor para el calor latente de vaporización  $L$ , los estudiantes utilizaron la ecuación

$$P = mL$$

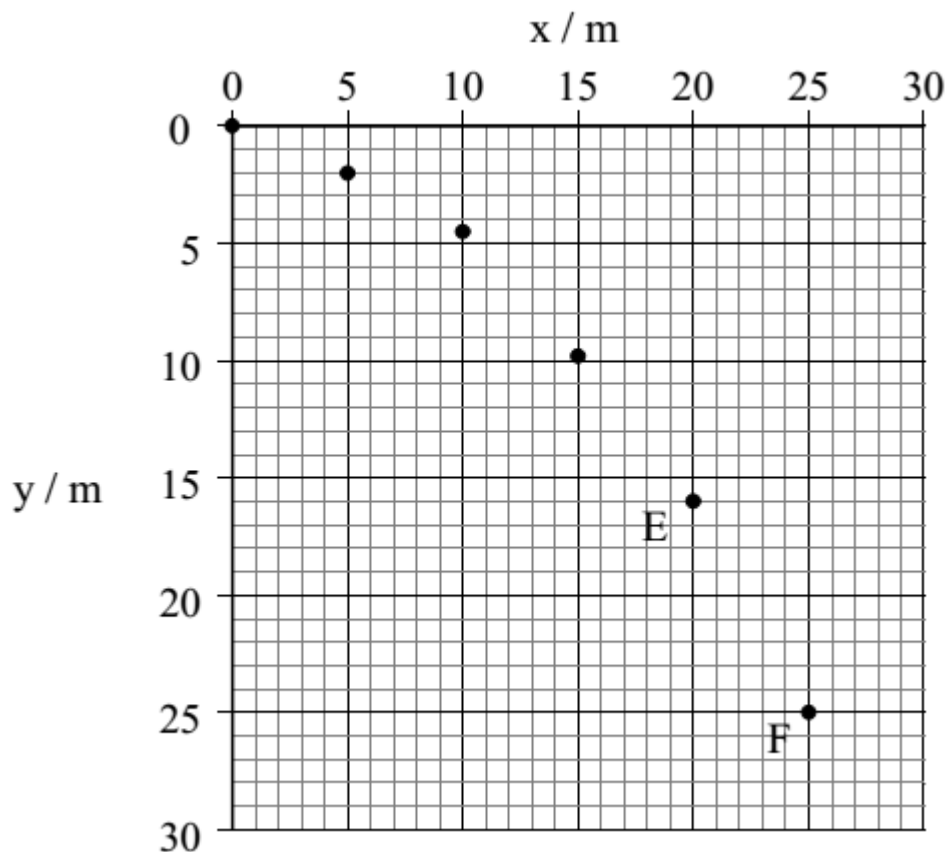
Donde  $P$  es la potencia del calentador y  $m$  es la masa del agua evaporada por segundo.

(d) Utilice el resultado obtenido del gráfico para el gradiente a fin de determinar un valor para el calor latente de vaporización del agua. [3]

(e) De la teoría que sustenta el experimento se desprendería que la línea trazada debería pasar por el origen de coordenadas. Explique brevemente por qué no pasa la línea por dicho origen, [2]

### 35. Movimiento de un proyectil en un planeta.

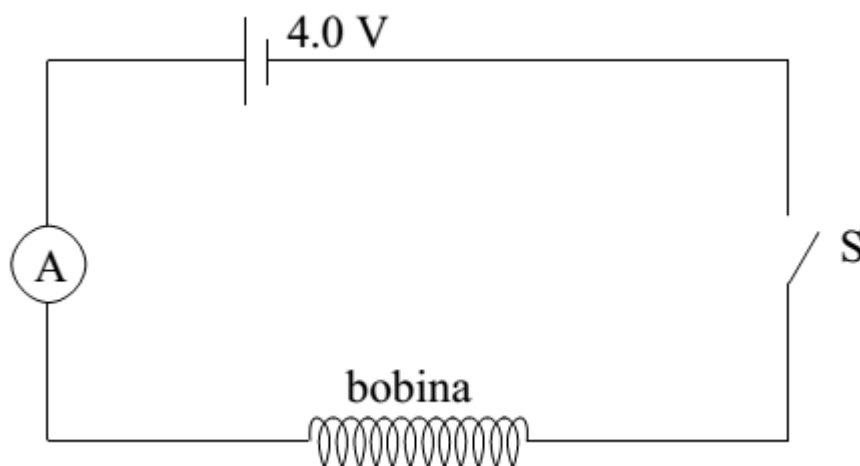
En un planeta de un lejano sistema solar, se lanza un proyectil horizontalmente desde un acantilado. En el gráfico de más abajo se representan las posiciones horizontal ( $x$ ) y vertical ( $y$ ) del proyectil cada 0,5 segundos.



(a) Determine la velocidad inicial con que fue lanzado el proyectil. [2]

- (b) A partir de los datos representados, ¿cómo puede determinar usted que la atmósfera del planeta no tiene un efecto significativo sobre el movimiento del proyectil?  
[2]
- (c) Indique dos razones por las cuales el valor de la aceleración de gravedad en este, o cualquier otro planeta, es probable que sea diferente que en la Tierra.  
[2]
- (d) Dibuje un vector sobre el gráfico para representar el desplazamiento del proyectil entre los puntos E y F del movimiento. A continuación, dibuje los vectores que representan las Componentes horizontal y vertical de ese desplazamiento.  
[3]
- (e) Determine la componente vertical de la velocidad media del proyectil entre los puntos E y F.  
[2]
- (f) Se dispara otro proyectil con la mitad de rapidez que el primero. Trace sobre el gráfico anterior las posiciones de este proyectil a intervalos de tiempo de 0,5 s.  
[2]

**36.** Esta pregunta trata sobre el incremento de una corriente eléctrica en una bobina. Al conectar una bobina a una fuente de alimentación de c.c. la corriente que circula por dicha bobina no cambia instantáneamente sino que necesita un tiempo finito para llegar a un estado de régimen estacionario. En el caso de una fuente de alimentación dada, el valor final de régimen estacionario de la corriente lo determina la resistencia ( $R$ ) de la bobina. En el diagrama que sigue una bobina se conecta a una fuente de alimentación de c.c. que tiene una f.e.m. de 4,0 V.



Al cerrar un interruptor S se inicia un temporizador electrónico y la corriente  $I$  se anota a diversos intervalos de tiempo  $t$ . Los resultados se muestran en el cuadro que sigue. (No se muestran las incertidumbres de las mediciones).

$t/s$	0	0,2	0,6	1,0	1,4	1,8	2,0
$I/A$	0	0,8	1,6	1,9	2,0	2,0	2,0

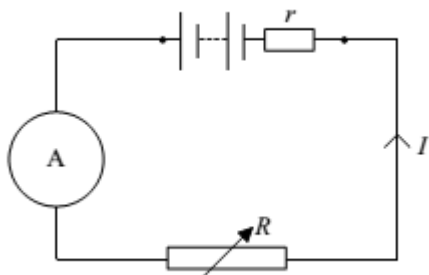
- (a) Trace una gráfica de la corriente con respecto al tiempo.  
[4]
- (b) ¿Cuál es el valor de régimen estacionario de la corriente?  
[1]
- (c) Determine el valor de la resistencia  $R$  de la bobina.  
[1]
- (d) Trazando para ello una tangente a la curva en el punto (0,0) de su gráfica, determine el tiempo que haría falta para que la corriente llegara a su valor de régimen  
[4]

estacionario si continuara cambiando a su tasa inicial. (A este periodo de tiempo se le conoce como constante de tiempo de la bobina). [2]

- (e) La tasa inicial a la que cambia la corriente de la bobina viene determinada por una propiedad de ésta a la que se denomina inductancia ( $L$ ). Si la expresión  $\frac{L}{R}$  da la constante de tiempo, determine el valor de la inductancia  $L$  de la bobina. [1]

**37.** Esta pregunta trata de la disipación de energía en una resistencia y de la resistencia interna de una pila.

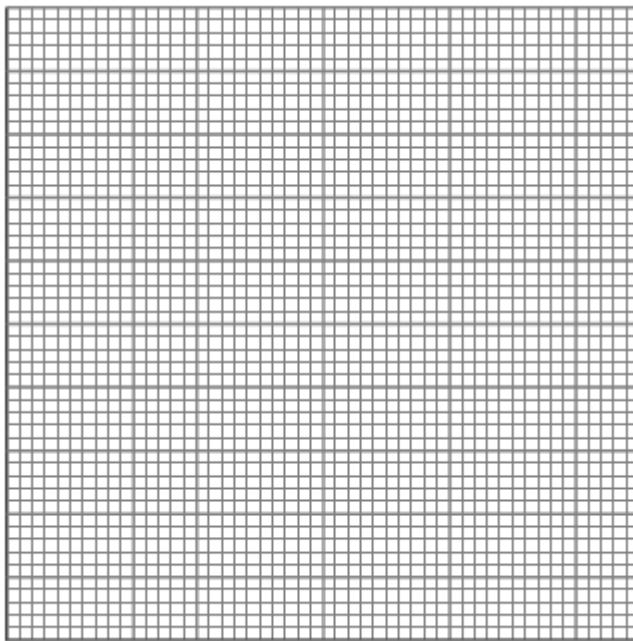
En el caso del circuito que sigue la resistencia variable puede ajustarse a valores conocidos de  $R$ . La pila tiene una resistencia interna  $r$  desconocida.



El cuadro que sigue muestra el valor registrado de la corriente  $I$  en el circuito para diferentes valores de  $R$ . La última columna expone el valor calculado de la potencia  $P$  disipada en la resistencia.

$R/\Omega$	$I/A$ $\pm 0,01 A$	$P/W$
0	1,50	0
1,0	1,20	1,4
2,0	1,00	2,0
3,0	0,86	2,2
4,0	0,75	2,3
6,0	0,60	2,2
8,0	0,50	2,0
10,0	0,43	

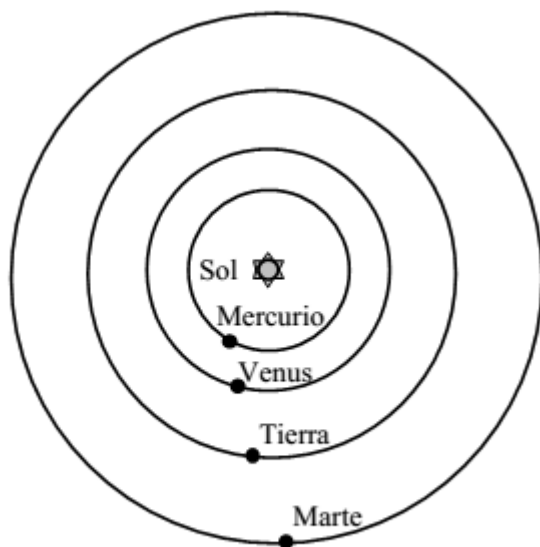
- (a) Rellene la última línea del cuadro calculando la potencia disipada en la resistencia variable cuando su valor sea de  $10,0 \Omega$ . [2]
- (b) Si cada valor de  $R$  se conoce con una tolerancia de  $\pm 10 \%$ , determine la incertidumbre Absoluta en el valor de  $P$  cuando  $R = 10,0 \Omega$ . [3]
- (c) Trace una gráfica de  $P$  con respecto a  $R$  en la cuadrícula que sigue. (No incluya las barras de error). [4]



- (d) Puede demostrarse que la potencia disipada en la resistencia externa es un máximo cuando el valor de su resistencia  $R$  sea igual al valor de la resistencia interna  $r$  de la pila, es decir,  $R = r$ . Utilice esta información y su gráfico para encontrar el valor de. [1]
- (e) El fabricante de la pila proporciona el valor de su resistencia interna como de  $4,50 \Omega$ .  
¿Es el valor de  $r$  que obtuvo de su gráfico congruente con el valor del fabricante? Explique. [2]

### 38. Órbitas planetarias: análisis gráfico.

La figura abajo muestra las órbitas de los cuatro planetas situados más adentro alrededor del sol, con la órbita de Júpiter más alejada.

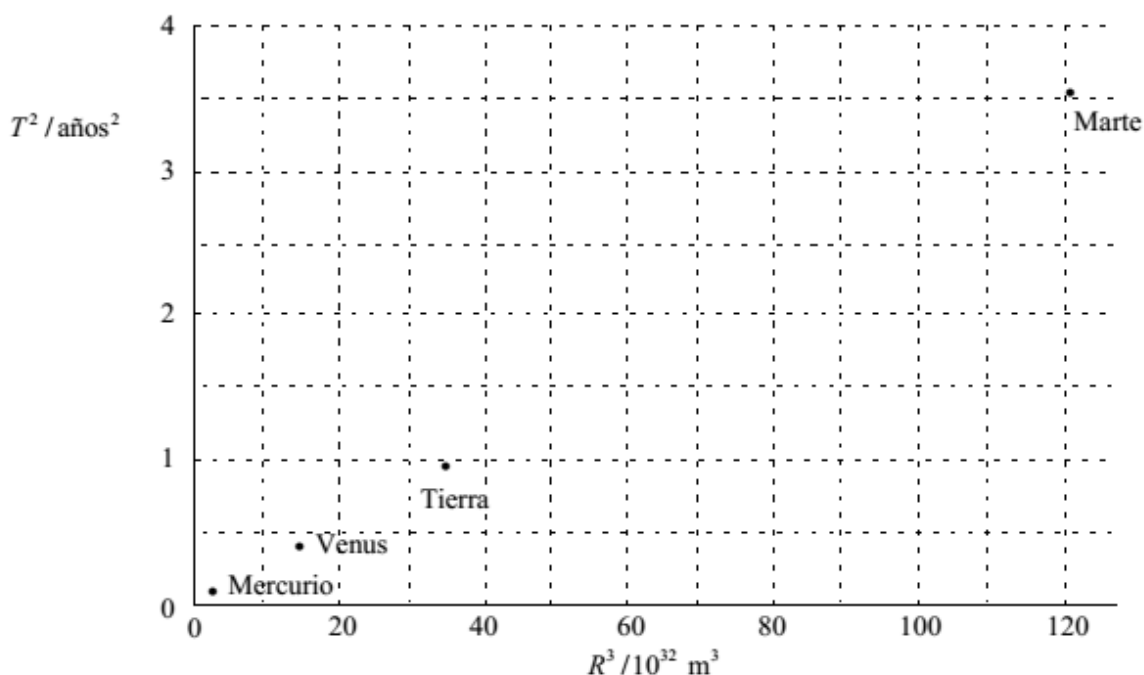


Órbitas de los cuatro planetas situados más adentro (no está a escala)



Órbita de Júpiter

Kepler trabajó durante muchos años para hallar la relación entre los movimientos de los planetas, examinando posibles combinaciones de los factores que podrían estar implicados. Finalmente en 1619 publicó su tercera ley, estableciendo que los cuadrados de los periodos orbitales  $T$  son proporcionales a los cubos de las distancias medias  $R$  del sol. Es decir, donde  $k$  es una constante  $T^2 = kR^3$ . Para comprobar si es válida esta relación podemos representar  $T^2$  en función de  $R^3$ . Los datos para los planetas situados más adentro se hallan representados en la siguiente página.



- Indican los puntos representados que los movimientos de los planetas situados más adentro son consecuentes con la relación propuesta por Kepler, o no? Explicar.  
[1]
- A partir del gráfico, determinar el valor de la constante  $k$  en la relación de Kepler. Incluir las unidades.  
[2]
- Júpiter, el primero de los planetas más lejanos, tiene un periodo observado de casi 12 años. Determinar su distancia media desde el sol.  
[3]