

Esquema de calificación

Noviembre de 2019

Física

Nivel medio

Prueba 3

No part of this product may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without written permission from the IB.

Additionally, the license tied with this product prohibits commercial use of any selected files or extracts from this product. Use by third parties, including but not limited to publishers, private teachers, tutoring or study services, preparatory schools, vendors operating curriculum mapping services or teacher resource digital platforms and app developers, is not permitted and is subject to the IB's prior written consent via a license. More information on how to request a license can be obtained from <http://www.ibo.org/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

Aucune partie de ce produit ne peut être reproduite sous quelque forme ni par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris des systèmes de stockage et de récupération d'informations, sans l'autorisation écrite de l'IB.

De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation commerciale de tout fichier ou extrait sélectionné dans ce produit. L'utilisation par des tiers, y compris, sans toutefois s'y limiter, des éditeurs, des professeurs particuliers, des services de tutorat ou d'aide aux études, des établissements de préparation à l'enseignement supérieur, des fournisseurs de services de planification des programmes d'études, des gestionnaires de plateformes pédagogiques en ligne, et des développeurs d'applications, n'est pas autorisée et est soumise au consentement écrit préalable de l'IB par l'intermédiaire d'une licence. Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour demander une licence, rendez-vous à l'adresse <http://www.ibo.org/fr/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

No se podrá reproducir ninguna parte de este producto de ninguna forma ni por ningún medio electrónico o mecánico, incluidos los sistemas de almacenamiento y recuperación de información, sin que medie la autorización escrita del IB.

Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso con fines comerciales de todo archivo o fragmento seleccionado de este producto. El uso por parte de terceros —lo que incluye, a título enunciativo, editoriales, profesores particulares, servicios de apoyo académico o ayuda para el estudio, colegios preparatorios, desarrolladores de aplicaciones y entidades que presten servicios de planificación curricular u ofrezcan recursos para docentes mediante plataformas digitales— no está permitido y estará sujeto al otorgamiento previo de una licencia escrita por parte del IB. En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una licencia: <http://www.ibo.org/es/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

Información de la asignatura: Esquema de calificación de Física NM Prueba 3

Es preciso que los alumnos respondan **todas** las preguntas de la Sección A y **todas** las preguntas de **una** de las opciones de la Sección B.
Total máximo = **35 puntos**.

1. Cada fila de la columna “Pregunta” de la tabla se refiere al menor subapartado de la pregunta.
2. La nota máxima para cada subapartado de la pregunta se indica en la columna “Total”.
3. Cada punto de la columna “Respuestas” se señala por medio de una marca (✓) a continuación del punto.
4. Un subapartado de una pregunta puede tener mayor puntuación de la permitida por el total. Esto se indicará con la palabra “**máx**” escrita a continuación de la calificación en la columna “Total”. Si es necesario, en la columna “Notas” se resumirá el epígrafe relacionado.
5. Las expresiones alternativas se indican en la columna “Respuestas” por medio de una barra (/). Se acepta cualquiera de las expresiones.
6. Las respuestas alternativas se indican en la columna “Respuestas” separadas por medio de “**O BIEN**”. Se acepta cualquiera de las respuestas alternativas.
7. Un esquema de puntuación alternativo se indica en la columna “Respuestas” bajo el encabezado **ALTERNATIVA 1** etc. Se acepta cualquiera de las alternativas.
8. Las palabras entre corchetes en ángulo « » en la columna “Respuestas” no son necesarias para obtener la puntuación.
9. Las palabras que están subrayadas son fundamentales para obtener la puntuación.
10. No es necesario que el orden de las puntuaciones coincida con el orden de la columna “Respuestas”, a menos que se indique lo contrario en
11. Si la respuesta del alumno tiene el mismo significado, o se puede interpretar claramente como de significado equivalente, en cuanto a los detalles y validez como el de la columna “Respuestas”, entonces adjudique la puntuación. Cuando este aspecto se considere especialmente relevante para una pregunta, ello se indica en la columna “Notas” por medio de la frase “O en palabras similares”.
12. Recuerde que muchos alumnos escriben en una segunda lengua. La comunicación efectiva es más importante que la precisión gramatical.
13. Ocasionalmente, un apartado de una pregunta puede requerir una respuesta que se necesite para puntuaciones posteriores. Si se comete un error en el primer punto, entonces se debe penalizar. Sin embargo, si la respuesta incorrecta se usa correctamente en puntos posteriores, entonces se deben adjudicar **puntos por completar** la tarea. En esta situación, utilice la anotación “ECF” (*error carried forward* - error de arrastre).
14. **No** penalice a los alumnos por los errores de unidades o cifras significativas, **a menos que** esto se especifique en la columna “Notas”.

Sección A

| Pregunta | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|--|---|-------|
| 1. | a | no puede dibujarse una línea recta que atravesase todas las barras de error O BIEN el gráfico o la línea de mejor ajuste es curva/es parabólica/no es recta O BIEN el gráfico tiene una pendiente variable/creciente ✓ | No permitir “no puede dibujarse una línea que atravesase todas las barras de error” sin especificar “recta” | 1 |
| 1. | b | $v = 1,15 \text{ «ms}^{-1}\text{»}$ Y $\Delta v = 0,05 \text{ «ms}^{-1}\text{»}$ ✓ $\text{«} \frac{0,05}{1,15} \text{»} = \text{«} 0,04 \text{»}$ ✓ | Aceptar 4% | 2 |

| Pregunta | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|--|-------|-------|
| 1. | c | <p>usa 2 puntos correctos en la línea y $\Delta v^2 > 2$ ✓</p> <p>b en el intervalo de 0,012 a 0,013 ✓</p> <p>$s^3 m^{-2}$ ✓</p> | | 3 |
| 1. | d | <p>$a_{\max} = 2,101 \text{ «s»} \pm 0,001 \text{ «s»}$ Y $a_{\min} = 2,095 \text{ «s»} \pm 0,001 \text{ «s»}$ ✓</p> <p>$\ll \frac{2,101 - 2,095}{2} = \gg 0,003 \text{ «s»}$ ✓</p> | | 2 |

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|----|--|--|-------|
| 2. | a | i | evidencia de uso de $\rho = \text{pendiente dada} \times \text{área del hilo}$ O BIEN sustitución de los valores por un único punto del gráfico y el área del hilo ✓ $\rho = \ll = 6,30 \times \pi \times \left(\frac{0,500 \times 10^{-3}}{2} \right)^2 = \gg 1,24 \times 10^{-6} \ll \Omega \text{ m} \gg \checkmark$ | Atención a POT correcta PC2 requiere 3 c.s. | 2 |
| 2. | a | ii | la medición debe realizarse a temperatura constante O BIEN la resistencia del cable cambia con la temperatura ✓ la resistencia en serie previene que el cable se sobrecaliente O BIEN reduce la potencia disipada en el cable ✓ disminuyendo el voltaje/corriente a través del cable ✓ | | 3 |
| 2. | b | | cualquier línea recta que pase por el origen si se extrapola ✓ cualquier línea recta dibujada debajo de la línea existente y con una pendiente más pequeña ✓ | | 2 |

Sección B

Opción A — Relatividad

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|-----|---|---|-------|
| 3. | a | | las leyes de la física son las mismas para todos los observadores O BIEN las leyes de la física son las mismas en todos los sistemas de referencia «inerciales» ✓ | <i>O en palabras similares</i> | 1 |
| 3. | b | i | magnética ✓ | | 1 |
| 3. | b | ii | «de 3a» la fuerza tiene que mantenerse repulsiva ✓ para P no hay fuerza magnética, por lo que toda la fuerza debe ser eléctrica/electrostática O BIEN una vez que P está en reposo la fuerza debe ser eléctrica/electrostática ✓ | | 2 |
| 3. | b | iii | los protones y los electrones en el cable se mueven con diferentes velocidades «respecto a P» O BIEN la rapidez de los electrones es mayor ✓ «para P» la densidad de protones y electrones en el cable será diferente «debido a la contracción relativista» O BIEN «para P» el cable tendrá una carga negativa «debido a la contracción relativista» ✓ «por lo tanto surge la fuerza eléctrica» | <i>No conceder punto si solo se menciona la contracción relativista</i> | 2 |

(continúa...)

(Pregunta 3 continuación)

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|----|---|---|-------|
| 3. | b | iv | $u' = \frac{0,80 + 0,30}{1 + 0,80 \times 0,30} c \checkmark$ $= 0,89c \checkmark$ | Permitir 0.89c si todos los valores usados son negativos. Permitir -0.89c, aunque se requiere la rapidez | 2 |

| | | | | | |
|----|---|----|---|--|---|
| 4. | a | i | $\gamma = 1,09 \checkmark$ $L_A = \ll \frac{2,0}{1,09} \gg \Rightarrow 1,8 \ll \text{km} \gg \checkmark$ | | 2 |
| 4. | a | ii | <p>ALTERNATIVA 1</p> $\text{tiempo} = \frac{1,8 \times 10^3}{1,2 \times 10^8} \checkmark$ $1,5 \times 10^{-5} \ll \text{s} \gg \checkmark$ <p>ALTERNATIVA 2</p> $t_B = \frac{2 \times 10^3}{1,2 \times 10^8} = 1,66 \times 10^{-5} \ll \text{s} \gg \checkmark$ $t_A = \frac{t_B}{\gamma} = 1,5 \times 10^{-5} \ll \text{s} \gg \checkmark$ | | 2 |

(continúa...)

(Pregunta 4 continuación)

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|---|--|--|-------|
| 4. | b | | L_B es de mayor longitud/medida «del observador B» en el sistema de referencia en que el puente se encuentra en reposo ✓ | Es necesaria la idea de que el puente se mantiene en reposo en el sistema de referencia | 1 |
| 4. | c | i | <p>eje x' dibujado con el gradiente correcto de 0,4 ✓</p> | <p>La línea debe situarse 1 cuadrado por debajo de Y, $\pm 0,5$ cuadrado</p> <p>Permitir una línea dibujada sin regla</p> | 1 |

(continúa...)

(Pregunta 4 continuación)

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|----|--|--|-------|
| 4. | c | ii | <p>las rectas paralelas al eje x' que pasan por X y Y intersectan la línea de universo ct' en los puntos mostrados ✓ entonces Y/la lámpara al final del puente fue encendida primero ✓</p> | <p><i>Permitir líneas dibujadas sin regla</i></p> <p><i>No conceder PC2 a una respuesta sin argumentar o con el gráfico incorrecto</i></p> | 2 |

(continúa...)

(Pregunta 4 continuación)

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|-----|---|--|-------|
| 4. | c | iii | <p>los conos de luz a 45° de X e Y cortan la línea de universo ct' ✓ la luz procedente de X/la lámpara del comienzo del puente se observa primero ✓</p> | <p>Permitir líneas dibujadas sin regla</p> <p>No conceder PC2 a una respuesta sin argumentar o con el gráfico incorrecto</p> | 2 |

(continúa...)

(Pregunta 4 continuación)

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|----|--|-------|-------|
| 4. | c | iv | <p>ALTERNATIVA 1</p> $\Delta t' = 1,09 \times \left(0 - \frac{0,4 \times 2,0 \times 10^3}{3,0 \times 10^8} \right) \checkmark$ <p>= «-» $2,9 \times 10^{-6}$ «s» \checkmark</p> <p>ALTERNATIVA 2 igualando los intervalos espacio-tiempo entre X e Y darse cuenta de que $\Delta x' = \gamma(\Delta x - 0)$ p.ej.:</p> $(c\Delta t')^2 - (1,09 \times 2000)^2 = 0^2 - 2000^2 \checkmark$ $\Delta t' = \text{«}\pm\text{»} \frac{\sqrt{(1,09 \times 2000)^2 - 2000^2}}{3,0 \times 10^8} = \text{«}\pm\text{»} 2,9 \times 10^{-6} \text{ «s» } \checkmark$ <p>ALTERNATIVA 3 utiliza el gráfico de 4(c)(ii) (1 cuadrado = 200m) cuenta 4,5 a 5 cuadrados pequeños (permitir 900–1000) entre los dos eventos para A observados en el eje ct de B \checkmark</p> $\frac{950}{\gamma c} = 2,9 \times 10^{-6} \pm 0,2 \times 10^{-6} \text{ «s» } \checkmark$ | | 2 |

Opción B — Física en ingeniería

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|-----|--|---------------------------------|-------|
| 5. | a | | cero ✓ | | 1 |
| 5. | b | i | «cambio en» el momento angular ✓ | <i>Permitir impulso angular</i> | 1 |
| 5. | b | ii | uso de $L = I\omega = \text{area bajo la gráfica} = 1,80 \text{ «kg m}^2 \text{ s}^{-1}\text{»} \checkmark$ reordenar «para $\omega = \text{área}/L$ » $1,80 = 0,5 \times 5,00 \times 0,060^2 \times \omega \checkmark$ «para obtener $\omega = 200 \text{ rad s}^{-1}$ » | | 2 |
| 5. | b | iii | « $\frac{0,40}{0,012} =$ » $33,3 \text{ N} \checkmark$ | | 1 |
| 5. | c | i | hay equilibrio de traslación cuando la suma de todas las fuerzas es cero ✓ hay equilibrio de rotación cuando la suma de todos los momentos de fuerzas es cero ✓ | | 2 |
| 5. | c | ii | ALTERNATIVA 1 $0 = 200^2 + 2 \times \alpha \times 2\pi \times 8000 \checkmark$ $\alpha = \text{«-» } 0,398 \text{ «rad s}^{-2}\text{»} \checkmark$ momento de fuerzas = $\alpha I = 0,398 \times (0,5 \times 5,00 \times 0,060^2) = 3,58 \times 10^{-3} \text{ «N m»} \checkmark$ ALTERNATIVA 2 cambio en la energía cinética = «-» $0,5 \times (0,5 \times 5,00 \times 0,060^2) \times 200^2 = \text{«-» } 180 \text{ «J»} \checkmark$ identificar trabajo efectuado = cambio en la EC ✓ momento de fuerzas = $\frac{W}{\theta} = \frac{180}{2\pi \times 8000} = 3,58 \times 10^{-3} \text{ «N m»} \checkmark$ | | 3 |

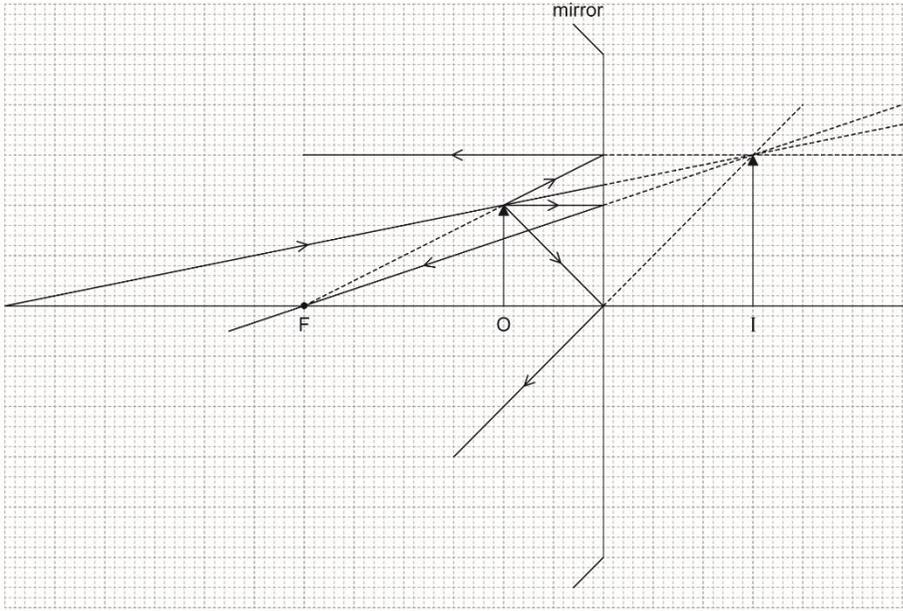
| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|----|---|-------|-------|
| 6. | a | i | $P_B = \frac{250 \times 10^3}{1,5^{3/5}} \llcorner \text{a partir de } P_B (1,5 V_A)^{5/3} = 250 \times 10^3 \times V_A^{5/3} \llcorner \checkmark$ $= 127 \text{ kPa } \checkmark$ | | 2 |
| 6. | a | ii | $\llcorner 127 \times 10^3 \times 1,5 V_A = 250 \times 10^3 V_C \llcorner$ $1,31 \checkmark$ | | 1 |
| 6. | b | i | <p>ALTERNATIVA 1</p> <p>trabajo efectuado $\Delta W = \llcorner - \gg 250 \times 10^3 \times 1,5 \times 10^{-3} = \llcorner - \gg 375 \llcorner \text{J} \gg \checkmark$</p> <p>cambio en la energía interna $\Delta U = \frac{3}{2} \times 0,300 \times 8,31 \times (-150) = -561 \llcorner \text{J} \gg \checkmark$</p> <p>energía térmica retirada $\Delta Q = 375 + 561 = 936 \llcorner \text{J} \gg$</p> <p>O BIEN</p> <p>$\Delta Q = 375 + 563 = 938 \llcorner \text{J} \gg \checkmark$</p> <p>ALTERNATIVA 2</p> <p>$\Delta Q = \llcorner nC_p \Delta T = \gg \frac{5}{2} \times nRT \checkmark$</p> <p>energía térmica retirada $\Delta Q = 0,300 \times 2,5 \times 8,31 \times 150 \checkmark$</p> <p>$= 935 \llcorner \text{J} \gg \checkmark$</p> | | 3 |

(continúa...)

(Pregunta 6 continuación)

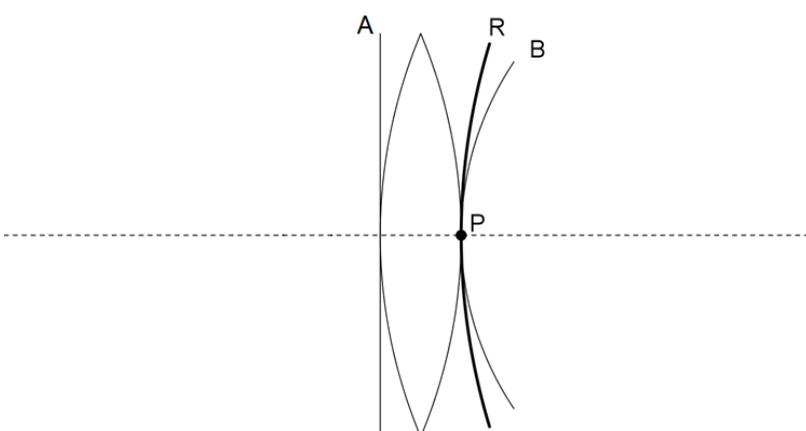
| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|-----|--|---|-------|
| 6. | b | ii | <p>ALTERNATIVA 1 «de (b)(i)» ΔQ es negativa ✓ $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$ Y entonces ΔS es negativa ✓</p> <p>ALTERNATIVA 2 T y/o V disminuye ✓ menos desorden/más orden, entonces S disminuye ✓</p> <p>ALTERNATIVA 3 T disminuye ✓ $\Delta S = K \times \ln\left(\frac{T2}{T1}\right) < 0$ ✓</p> | <p><i>La respuesta es dada en la pregunta. Busque una razón válida para la disminución de S</i></p> | 2 |
| 6. | b | iii | <p>no se viola ✓ la entropía de los alrededores debe haber aumentado O BIEN la entropía global del sistema y los alrededores es la misma o aumenta ✓</p> | | 2 |

Opción C — Toma de imágenes

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|----|--|--|-------|
| 7. | a | i |  <p>dos de los cuatro rayos convencionales dibujados correctamente ✓ extensiones de dos rayos reflejados desde la imagen virtual I aproximadamente en la posición que se muestra ✓</p> | <p>No conceder ECF para rayos incorrectos.</p> <p>Otorgar [0] para rayos dibujados para lente convergente O espejo divergente.</p> | 2 |
| 7. | a | ii | 1,5 ✓ | <p>Para la posición correcta de la imagen en (a)(i) permitir 1,3–1,7</p> | 1 |

(continúa...)

(Pregunta 7 continuación)

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|-----|---|--|-------|
| 7. | a | iii | virtual o derecha o mayor que el objeto ✓ | | 1 |
| 7. | b | i |  <p>frente de onda «circular» a través de P: simétrico en torno al eje principal Y de mayor radio que B ✓</p> | | 1 |
| 7. | b | ii | <p>los frentes de onda rojo y azul tienen diferentes curvaturas/radios O BIEN los frentes de onda rojo y azul tienen diferentes velocidades/refracción ✓</p> <p>por tanto los colores diferentes tienen un foco diferente o se enfocan en un punto O BIEN lo que da lugar a una imagen multicolor/borrosa ✓</p> | <p>PC1 es la razón y PC2 es el efecto de la aberración</p> | 2 |

(continúa...)

(Pregunta 7 continuación)

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|-----|--|--|-------|
| 7. | b | iii | hacer mención a la asociación de lentes convergentes y divergentes ✓ de diferente índice de refracción ✓ | <i>El doblete acromático esta en la pregunta, no se otorgaron marcas por mencionarlo</i> | 2 |
| 8. | a | | la imagen «final» se forma en el punto cercano del ojo ✓ | | 1 |
| 8. | b | | «la imagen es virtual, así» $v = -24 \text{ cm}$ ✓ « $\frac{1}{u} = \frac{1}{3,0} + \frac{1}{24}$ » entonces $u = 2,7 \text{ «cm»}$ ✓ | | 2 |
| 8. | c | | $M_e = \frac{v}{u} = \frac{24}{2,66} = 9,0$ Y $M_o = \frac{70}{9,0} = 7,8$ ✓ $v = 7,8 \times 2,0 = 16 \text{ «cm»}$ ✓ « $\frac{1}{f} = \frac{1}{2} + \frac{1}{16}$ » entonces $f_0 = 1,8 \text{ «cm»}$ ✓ | <i>PC1 permitir $M_e = \frac{D}{f} + 1 = 9$</i> | 3 |

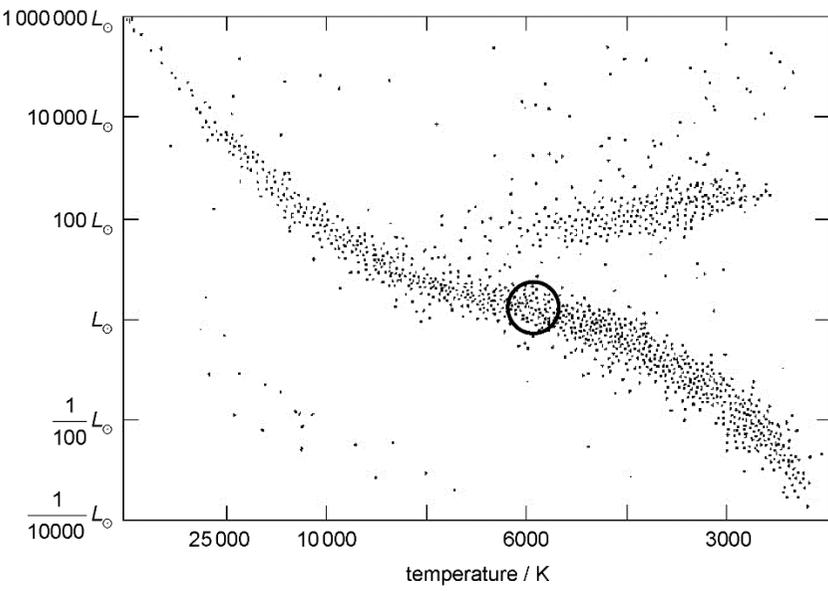
| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|----|--|--|-------|
| 9. | a | | las fibras tienen un ancho de banda mayor que los cables ✓ por lo tanto, pueden transportar múltiples señales simultáneamente ✓ | | 2 |
| 9. | b | i | absorción/dispersión de la luz O BIEN impurezas del núcleo de vidrio de la fibra ✓ | | 1 |
| 9. | b | ii | attenuation = $10 \log(2 \times 10^{-4}) = -37$ « dB » ✓ es necesario amplificar después de $\frac{37}{0,4} = 92$ o 93 km ✓ | <i>Permitir ECF de un valor erróneo de dB (p.ej. 42km si se ignora el porcentaje).</i> | 2 |

Opción D — Astrofísica

| Pregunta | | Respuestas | Notas | Total | |
|----------|---|--|--|---|---|
| 10. | a | <p>las estrellas en un cúmulo estelar permanecen juntas por la gravedad O BIEN en constelación no ✓</p> <p>las estrellas en un cúmulo estelar tienen la misma edad O BIEN en constelación no ✓</p> <p>las estrellas en un cúmulo estelar están cercanas entre sí O BIEN en constelación no ✓</p> <p>las estrellas en un cúmulo estelar tienen origen en la misma nube de gas O BIEN en constelación no ✓</p> <p>las estrellas en un cúmulo estelar aparentan estar más cercanas por la noche que las en una constelación ✓</p> | <p>Atención para otorgar un solo punto a cada PC de PC1 a PC5</p> | 2 máx | |
| 10. | b | i | <p>«$T = \frac{2,9 \times 10^{-3}}{490 \times 10^{-9}}$»</p> <p>5900 K ✓</p> | <p>La respuesta de 6000 K es dada en la pregunta</p> <p>La respuesta debe tener al menos 2 c.s. O BIEN desarrollo correcto</p> | 1 |
| 10. | b | ii | <p>«de $b \propto L \propto R^2 T^4$»</p> <p>darse cuenta que $R^2 \propto \frac{b}{T^4}$ «para estrellas binarias que se encuentran a la misma distancia» ✓</p> $\frac{R_A}{R_B} = \sqrt{\frac{\left(\frac{1,1 \times 10^{-9}}{5,4 \times 10^{-11}}\right)}{\left(\frac{5900}{4100}\right)^4}} \quad \checkmark$ $\frac{R_A}{R_B} = 2,2 \quad \checkmark$ | <p>Otorgar [2] para un valor de 0,46</p> | 3 |

(continúa...)

(Pregunta 10 continuación)

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|-----|---|-------|-------|
| 10. | b | iii | <p>«usa $L = 4\pi d^2 b$»</p> <p>$L = 4\pi \times (1,8 \times 10^{17})^2 \times 1,1 \times 10^{-9}$ « = $4,48 \times 10^{26}$ W » ✓</p> <p>$L = 1,2L_{\odot}$ ✓</p> | | 2 |
| 10. | c | i |  <p>luminosidad</p> <p>posición aproximadamente correcta sobre la secuencia principal tal como se muestra ✓</p> | | 1 |

(continúa...)

(Pregunta 10 continuación)

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|-----|--|-------|-------|
| 10. | c | ii | estrella de la secuencia principal O BIEN estrella tipo F o G ✓ | | 1 |
| 10. | c | iii | $\frac{M}{M_{\odot}} = 1,2^{3,5} = 1,05 \quad \checkmark$ | | 1 |
| 10. | c | iv | la masa «de los restos» de la estrella $< 1,4M_{\odot}$ o el límite de Chandrasekhar O BIEN masa o luminosidad similares al Sol ✓ el estado final es de enana blanca ✓ | | 2 |

| Pregunta | | | Respuestas | Notas | Total |
|----------|---|----|--|--|-------|
| 11. | a | i | los espectros de la luz de las galaxias están desplazados hacia el rojo «cuando se comparan con los espectros de los gases en la Tierra» ✓ el desplazamiento al rojo/la longitud de onda mayor implica que las galaxias se están retrocediendo o alejándose de nosotros O BIEN el desplazamiento al rojo pone de manifiesto la expansión cósmica ✓ «y por lo tanto la expansión del universo» | La expansión del universo esta en la pregunta, no concenter punto para la repetición de la pregunta No aceptar respuestas basadas en la radiación CMB | 2 |
| 11. | a | ii | ALTERNATIVA 1 $z = \frac{392 - 122}{122} = 2,21 \checkmark$ $\frac{R}{R_0} = \text{«}2,21+1\text{»} = 3,21 \checkmark$ ALTERNATIVA 2 $\frac{R}{R_0} = \frac{392}{122} \checkmark$ $= 3,21 \checkmark$ | | 2 |
| 11. | b | i | $H = \text{«} \frac{70 \times 10^3}{(10^6 \times 3,26 \times 9,46 \times 10^{15})} = \text{»} 2,27 \times 10^{-18} \text{ «s}^{-1}\text{»} \checkmark$ $T = \text{«} \frac{1}{2,27 \times 10^{-18}} = \text{»} 4,4 \times 10^{17} \text{ s} \checkmark$ | | 2 |
| 11. | b | ii | porque la estimación asume el «actual» ritmo constante de expansión ✓ es improbable que el ritmo de expansión del universo haya permanecido constante ✓ hay incertidumbre en el valor de H_0 ✓ | O en palabras similares | 1 máx |