

## FÍSICA

### Bandas de calificación de la asignatura

#### Nivel superior

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-15	16-26	27-37	38-48	49-58	59-70	71-100

### Bandas de calificación de la asignatura

#### Nivel medio

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-14	15-25	26-35	36-47	48-57	58-69	70 -100

### Evaluación interna niveles superior y medio

#### Bandas de calificación del componente

##### Nivel superior

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-9	10-15	16-21	22-27	28-31	32-37	38 -48

#### Bandas de calificación del componente

##### Nivel medio

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-9	10-15	16-21	22-27	28-31	32-37	38 -48

### Ámbito que cubre el trabajo entregado y medida en que fue apropiado

La impresión general es que el programa de EI se ha comprendido claramente y que funciona bien. Se ha advertido una notable mejora en las investigaciones de planificación (a), y una influencia evidente del CPL sobre el trabajo del profesorado. El alcance y la idoneidad de las investigaciones de los alumnos fueron buenos, aunque normalmente se pone excesivo énfasis en la mecánica. Los profesores deberían intentar disponer de trabajo práctico en la mayoría de las áreas del programa, incluidas las opciones.

### Rendimiento alcanzado por los alumnos en cada uno de los criterios

#### Planificación (a)

Todavía hay algunos casos en los que los alumnos se encuentran en desventaja porque el profesor no les da una oportunidad razonable de planificar una investigación, por ejemplo, cuando les indica

determinar el calor específico de una sustancia desconocida. Los temas apropiados para planificación son situaciones abiertas en las que los alumnos deberían buscar una función o relación entre dos variables y no un valor particular. El profesor puede indicar a los alumnos que elijan tanto la variable independiente como la dependiente, o puede indicar al alumno la variable dependiente (con tal de que haya varias posibilidades para la variable independiente). Si el profesor proporciona al alumno la pregunta de investigación, la hipótesis y las variables, el moderador debe calificarlo hasta con un “no alcanzado”. En el segundo aspecto de planificación (a), el alumno debe plantear una hipótesis o predicción relacionada con la pregunta de investigación. En física, es necesario que sea cuantitativa, con frecuencia de la forma  $y = mx + c$ . Se espera alguna explicación física.

### **Planificación (b)**

El éxito en la planificación (b) depende a menudo de una comprensión clara de la pregunta de investigación y de la identificación de las variables en la planificación (a). Cuando todos los alumnos de una clase utilizan el mismo método, ello alerta al moderador ante la posibilidad de una instrucción inapropiada del profesor. Los profesores no deben indicar a los alumnos qué materiales o métodos deben emplear, y los alumnos deben tratar el alcance y el rango de los datos que prevén vayan a tomar, para que el tercer aspecto pueda obtener un “completamente”.

### **Obtención de Datos**

En física, todos los datos brutos llevan asociadas incertidumbres que deberían indicarse en la tabla de datos. Para obtener un “completamente”, los alumnos deben registrar las unidades y las incertidumbres, así como ser consistentes con respecto a las cifras significativas de las incertidumbres y de los datos brutos registrados. Los profesores no deben indicar a los alumnos qué datos han de registrar, y cuando les proporcionen una tabla de datos en fotocopia, el criterio debe calificarse como un “parcialmente” o un “no alcanzado”.

### **Procesado y Presentación de Datos**

Se recomiendan los programas gráficos, pero si no se utilizan debería utilizarse papel milimetrado para representar gráficamente los resultados. Los gráficos a mano alzada no son aceptables en física. No se debe decir a los alumnos cómo procesar los datos. Los gráficos deberían incluir la recta de mejor ajuste, y, si se emplean los datos brutos, es esperable que se indiquen las barras de incertidumbre para al menos una de las magnitudes. En el nivel superior, se espera que los alumnos construyan los gradientes mínimo y máximo, así como la recta de mejor ajuste, y el rango entre los gradientes mínimo y máximo debería usarse para determinar la incertidumbre experimental del gradiente de la recta de mejor ajuste. En el nivel medio, basta con la recta de mejor ajuste para cumplir con los requerimientos de apreciación de errores e incertidumbres.

### **Conclusión y Evaluación**

A menudo resulta difícil para los alumnos porque deben relacionar la pregunta de investigación inicial y los resultados experimentales. Una conclusión válida es aquella que aprecia la calidad de los datos y el alcance y límite de la investigación. Los gráficos deben ser los apropiados. Además, para un “completamente”, se espera alguna explicación física. Tanto la evaluación del procedimiento como la de los resultados deberían incluir observaciones cuantitativas y cualitativas. Las sugerencias de mejora han de ser relevantes y realistas.

### **Sugerencias y recomendaciones para la enseñanza de alumnos futuros:**

- Los proyectos del Grupo 4 son con frecuencia el resultado del esfuerzo de un equipo, por lo que normalmente no resultan apropiados para la evaluación de ninguno de los cinco primeros criterios. Pueden ser evaluados en los criterios no moderados de Técnicas de Manipulación y Aptitudes Personales (a).

- Es necesario que se comprenda el carácter abierto de las investigaciones de planificación (a), tanto por parte del profesor que plantea la propuesta de investigación, como por el alumno.
- Es necesario que los profesores y los alumnos sean conscientes de la diferencia entre lo que se espera (en función del programa) en el nivel medio y en el nivel superior, en lo que se refiere al tratamiento de errores e incertidumbres.
- En lo que a técnicas de representación gráfica se refiere, resulta necesario profundizar en su enseñanza, incluyendo el tratamiento de errores e incertidumbres en las gráficas.
- Se recomienda utilizar con continuidad el Centro Pedagógico en Línea del BI. Resulta evidente que muchos profesores están haciendo un buen uso de los recursos que proporciona, en especial de las investigaciones sobre planificación.

Globalmente, resulta evidente que la mayoría de los profesores y alumnos comprenden claramente la evaluación interna del programa de física, y que los criterios de EI se están aplicando de manera satisfactoria. La inmensa mayoría de los 4/PSOW y de los nuevos impresos 4/IA se han cumplimentado correctamente. Sería deseable que los comentarios generales adicionales presentados más arriba se muestren provechosos tanto para los profesores nuevos como para los experimentados.

## Prueba 1 - Niveles superior y medio

### Bandas de calificación del componente

#### Nivel superior

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-10	11-14	15-18	19-22	23-26	27-30	31 -40

#### Nivel medio

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-7	8-10	11-14	15-17	18-20	21-23	24 -30

### Generalidades

Las pruebas de física de opción múltiple del BI están diseñadas para plantear preguntas que, principalmente, pongan a prueba los conocimientos de hechos, conceptos y terminología, así como de sus aplicaciones. Aunque las preguntas pueden involucrar operaciones sencillas, es en la Prueba 2 y en la Prueba 3 donde los cálculos se pueden evaluar más apropiadamente. Por lo tanto, las calculadoras resultan innecesarias y no se permite su uso en la Prueba 1.

Algunas preguntas son comunes a las pruebas de NM y NS, y las preguntas adicionales en el NS permiten abarcar más a fondo el programa de estudios.

El número de impresos G2 recibidos fue pequeño, 21 de NS y 30 de NM. Con una muestra tan pequeña, se plantea la duda de si es representativa de todos los Centros. Las respuestas indicaban que las pruebas fueron, en general, bien recibidas. Los profesores que hicieron comentarios sobre las pruebas opinaron que las preguntas propuestas eran de un nivel apropiado (95% en NS y 97% en NM). Alrededor del 20-21% de los impresos G2 indicaban que las pruebas fueron algo más difíciles que el año anterior. Los profesores consideraron que las pruebas cubrían satisfactoriamente o bien el

programa (57% y 43% respectivamente en NS y 37% y 60% en NM). Los profesores opinaban que la presentación de las pruebas y la claridad de la redacción eran satisfactorias o buenas (95% en NS y 97% en NM).

### **Análisis estadístico**

El rendimiento global de los alumnos y el correspondiente a las diferentes preguntas se ponen de manifiesto en el análisis estadístico de las respuestas. Estos datos se recogen en las tablas que siguen a continuación.

Los números que aparecen en las columnas A-D y en Blanco representan el número de alumnos que eligieron esa opción o que dejaron la pregunta en blanco. La clave (opción correcta) está indicada por medio de un asterisco (\*). El *índice de dificultad* (quizás mejor llamarlo índice de facilidad) es el porcentaje de alumnos que responden correctamente a la pregunta (la clave). Un índice alto indica, por tanto, que la pregunta es fácil. El *índice de discriminación* es una medida de lo bien que discrimina la pregunta entre alumnos de capacidades diferentes. En general, un índice de discriminación alto indica que una gran proporción de los alumnos mejores identifica correctamente la clave, en comparación con los alumnos peores.

### **Prueba 1 NM análisis de ítems**

<b>Pregunta</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>En blanco</b>	<b>Índice de dificultad</b>	<b>Índice de discriminación</b>
1	192	21	356*	31		59,33	0,32
2	45	292	120	140*	3	23,33	0,23
3	66	131	310*	91	2	51,67	0,67
4	62	401*	33	103	1	66,83	0,57
5	135	257	164*	39	5	27,33	0,40
6	48	251	287*	12	2	47,83	0,48
7	275	68	89*	165	3	14,83	0,21
8	288*	162	107	42	1	48	0,25
9	186	51	326*	37		54,33	0,49
10	92	137*	307	63	1	22,83	0,30
11	77	322*	105	82	14	53,67	0,47
12	35	143	96	324	2	54	0,42
13	483*	46	33	37	1	80,50	0,21
14	108	220	244*	27	1	40,67	0,40
15	115	38	340*	105	2	56,67	0,30
16	24	442*	34	100		73,67	0,32
17	271	18	284*	25	2	47,33	0,51
18	326*	173	53	47	1	54,33	0,60
19	142	76	211	166*	5	27,67	0,50
20	218*	332	30	19	1	36,33	0,33
21	72	221*	156	150	1	36,83	0,41
22	122	103	163	196*	16	32,67	0,37
23	153	262	30	152*	3	25,33	0,30
24	131	70	362*	30	7	60,33	0,39
25	233*	136	88	132	11	38,83	0,44
26	37	344	163*	46	10	27,17	0,36
27	107	151	127	201*	14	33,50	0,32
28	76	381*	85	42	16	63,50	0,36
29	119	110	265*	99	7	44,17	0,40
30	93	112	333*	48	14	55,50	0,41

**Número de alumnos: 600**

**Prueba 1 NS análisis de ítems**

Pregunta	A	B	C	D	En blanco	Índice de dificultad	Índice de discriminación
1	130	7	296*	17		65,78	0,31
2	20	212	75	142*	1	31,56	0,35
3	55	163*	196	34	2	36,22	0,31
4	157	38	39	216*		48	0,17
5	71	172	173*	34		38,44	0,46
6	122	39	246	42	1	54,67	0,27
7	75	166*	185	22	2	36,89	0,38
8	230	42	86*	91	1	19,11	0,23
9	118	16	292*	23	1	64,89	0,37
10	52	272*	67	54	5	60,44	0,39
11	27	109	93	220*	1	48,89	0,37
12	255*	130	23	42		56,67	0,51
13	36	263*	79	66	6	58,44	0,45
14	22	301*	73	54		66,89	0,39
15	48	223*	57	119	3	49,56	0,36
16	61	134	225*	30		50	0,52
17	8	378*	17	47		84	0,29
18	10	96	139*	205		30,89	0,27
19	125	54	214*	57		47,56	0,33
20	30	226*	67	126	1	50,22	0,31
21	201	7	238*	4		52,89	0,31
22	318*	105	16	10	1	70,67	0,49
23	94	275*	38	40	3	61,11	0,51
24	225*	88	119	17	1	50	0,51
25	190*	241	9	8	2	42,22	0,34
26	210*	21	184	34	1	46,67	0,60
27	85	175	17	172*	1	38,22	0,35
28	126	140	138*	44	2	30,67	0,12
29	45	276	97*	32		21,56	0,37
30	109	53	136	151*	1	33,56	0,29
31	188*	249	6	6	1	41,78	0,45
32	126	101	172*	42	9	38,22	0,38
33	100	199*	32	116	3	44,22	0,25
34	210*	168	42	27	3	46,67	0,39
35	82	43	23	298*	4	66,22	0,52
36	52	46	231*	113	8	51,33	0,44
37	58	64	242*	85	1	53,78	0,29
38	92	126*	66	164	2	28	0,37
39	72	49	288*	40	1	64	0,51
40	81	93	58	217*	1	48,22	0,44

**Número de alumnos: 450**

## Comentarios sobre el análisis

*Dificultad.* Para los dos niveles, NS y NM, el índice de dificultad varía desde aproximadamente el 19% (preguntas relativamente “difíciles”) hasta algo más del 84% (preguntas relativamente “fáciles”) en NS y desde el 15% hasta el 80% en NM. La mayoría de los ítems se situaron entre el 45% y el 60%. Este amplio intervalo de dificultad es intencionado, de modo que los alumnos con capacidades diferentes queden distribuidos a lo largo de todo el intervalo de notas de la Prueba. Algunas preguntas difíciles resultan necesarias para distinguir entre los alumnos más capaces.

*Discriminación.* Todas las preguntas tuvieron un valor positivo para su índice de discriminación. Lo ideal sería que el índice fuese mayor que 0,20 aproximadamente. Sin embargo, las preguntas de dificultad muy alta o muy baja es probable que tengan una discriminación menor que 0,20. Todas las preguntas de NM tuvieron un índice de dificultad superior a 0,20 y lo mismo se puede decir de todas las preguntas de NS, excepto de dos (preguntas 4 y 28). Un bajo índice de discriminación podría indicar un error conceptual compartido por los alumnos.

*Respuesta “en Blanco”.* En el NM hay un aumento en el número de respuestas en blanco, lo que indica que tal vez los alumnos sintieron que les faltaba tiempo. No hay un aumento correspondiente en el NS. Debería recordarse a los alumnos que no hay penalización para las respuestas incorrectas. Por lo tanto, si se desconoce la respuesta correcta debería plantearse una conjetura verosímil. Debería advertirse a los alumnos de que no dejen ninguna pregunta sin responder.

## Comentarios sobre preguntas seleccionadas

El rendimiento de los alumnos en cada una de las preguntas se indica en las tablas estadísticas anteriores, junto con los valores de los índices. En la mayor parte de los casos, esta información proporciona suficiente realimentación cuando se considera una pregunta determinada. Por lo tanto, únicamente se harán comentarios sobre preguntas seleccionadas, i.e. aquellas que ilustran un tema particular o en las que se haya identificado un problema.

## Preguntas comunes NM y NS

### Pregunta 7 NM, Pregunta 8 NS

Esta pregunta ha resultado difícil en ambos niveles, eligiendo la mayoría de los alumnos la opción A. La báscula mide la fuerza que actúa sobre ella y esa fuerza es la fuerza de reacción  $R$ . Presumiblemente, la mayor parte de los alumnos se dieron cuenta de que la lectura de la báscula debería ser mayor que el peso de la persona y por ello eligieron  $R + W$ .

### Pregunta 9 NM, Pregunta 9 NS

En la versión española de la prueba aparecía el término “momento” que es el que se utiliza en la Guía para momentum. La traducción literal del término no originó problemas a los alumnos, de acuerdo con las estadísticas de la pregunta.

### Pregunta 10 NM, Pregunta 7 NS

La pregunta se refería a lo que sucede después de poner a funcionar el ventilador y de que el aire incida sobre la vela. No hay fuerzas exteriores debidas al aire que incide sobre la vela, por lo que el momento total del sistema carro-aire continúa siendo cero i.e. el carro no se mueve.

### Pregunta 18 NM, Pregunta 22 NS

La pregunta tuvo un alto índice de discriminación, pues muchos alumnos cometieron el error habitual de pensar que el corcho debería ser transportado por la onda y eligieron la opción B.

### **Pregunta 23 NM, Pregunta 27 NS**

La mayoría de los alumnos eligieron la opción B, presumiblemente inducidos a error por el hecho de que la esfera conductora estaba descargada. Olvidaron tener en cuenta la separación de carga que tiene lugar cuando se aproxima la esfera cargada.

## **Preguntas NM**

### **Pregunta 6**

Se trataba de una pregunta que no deja lugar a dudas. El cañón está montado verticalmente sobre el carrito (esto está indicado en la pregunta y se muestra en el diagrama) y por tanto hay un sólo modo de poder disparar la bola, a saber: verticalmente con respecto al carrito.

### **Pregunta 8**

Fue satisfactorio comprobar que muchos alumnos se daban cuenta de que, puesto que los cuerpos están en caída libre, la tensión de la cuerda es cero.

### **Pregunta 19**

Fue una pregunta difícil. Pero los alumnos sólo necesitaban comparar la distancia entre los puntos P y Q con la longitud de onda de la onda, para deducir que el desplazamiento y la velocidad del punto Q eran opuestos a los de P.

### **Pregunta 22**

La estadística de la pregunta muestra que los alumnos respondieron claramente con conjeturas.

### **Pregunta 26**

Fue decepcionante comprobar que muchos alumnos elegían la opción B. Ingenuamente, duplicaron la potencia porque el voltaje se había duplicado, sin darse cuenta de que si la resistencia es constante la potencia disipada es proporcional al cuadrado del voltaje.

## **Preguntas NS**

### **Pregunta 4**

Resultó una pregunta con un bajo índice de discriminación (0,17). Muchos alumnos eligieron la opción A, que suponía que aceptaban que el gráfico del desplazamiento era una parábola, lo que no era cierto. En todo caso, la pendiente del gráfico es claramente *decreciente con ritmo no constante* y se aproxima a cero, de modo que D es la única posible respuesta.

### **Pregunta 12**

La versión española de esta pregunta era ligeramente diferente de la inglesa. Las estadísticas de la pregunta indican que de ninguna manera se perjudicó por ello a los alumnos.

### **Pregunta 20**

Como siempre, las preguntas deben leerse cuidadosamente. La pregunta enfatizaba el término “ideal” escribiéndolo en negrita. El uso de negritas se hace moderadamente, para que pueda alertar a los alumnos sobre el significado preciso de un término. Siendo ideal, la energía interna del gas no puede cambiar en su expansión libre dentro del recipiente mayor.

### Pregunta 28

Resultó una pregunta difícil con un bajo índice de discriminación (0,12). La estadística muestra que muchos alumnos respondieron con conjeturas. La pregunta hacía referencia al potencial eléctrico, una magnitud escalar, y no debería haber resultado muy difícil determinar dónde se anulaba el potencial debido a las cuatro cargas.

### Pregunta 29

La gran mayoría de los alumnos eligió la opción B. Cuando se funde la lámpara N, la resistencia total del circuito cambia y también lo hace la corriente que atraviesa M. Así, la opción B se descarta fácilmente. Esta difícil pregunta discriminó bien entre los alumnos más y menos capaces.

### Pregunta 30

Esta fue otra pregunta difícil con buena discriminación. La estadística indica que muchos alumnos respondieron con conjeturas.

### Pregunta 33

El fotón se mueve a la velocidad de la luz, por lo que no tiene masa en reposo. Por lo tanto, en este caso no hay razón alguna para distinguir entre masa en reposo y masa.

### Pregunta 38

Esta fue una pregunta difícil con buena discriminación. La mayoría de los núcleos tienen la misma densidad porque el radio de un núcleo con un número de nucleones (número másico)  $A$  es proporcional a  $A^{\frac{1}{3}}$ .

## Prueba 2 - Niveles superior y medio

### Bandas de calificación del componente

#### Nivel superior

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-10	11-21	22-31	32-41	42-52	53-62	63-95

#### Nivel medio

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-4	5-9	10-15	16-21	22-27	28-32	33-50

### Generalidades

El número de impresos G2 enviados por los profesores fue decepcionante. Los examinadores procuran tener en cuenta el punto de vista de los profesores. Sin embargo, cuando se envían tan pocos impresos, surgen muchas dudas respecto a si los impresos constituyen una muestra representativa o si, por el contrario, expresan el punto de vista de una minoría. Se completaron 28 impresos de NS y 18 de NM. Los profesores que hicieron comentarios sobre las pruebas consideraron que las preguntas eran de un nivel apropiado (89% en NS y 82% en NM). El 50% de los impresos G2 de NS y el 38% de NM indicaban que las pruebas eran un poco más difíciles que el año anterior. Los profesores consideraron que las pruebas cubrían el programa de manera satisfactoria o buena (44% y 50%

respectivamente en NS, y 39% y 61% en NM). Los profesores juzgaron que la presentación de las pruebas y la claridad de su redacción era o satisfactoria o buena (89% en NS y 95% en NM).

### **Áreas del programa y del examen que parecen haber resultado difíciles para los alumnos**

- En general, los alumnos no lograron los puntos supuestamente “fáciles” por las definiciones. Estas eran, con frecuencia, imprecisas o incompletas. En algunos casos, resultaron completamente incorrectas.
- Los alumnos de NM encontraron difícil la representación gráfica de la suma de vectores. También se presentaron problemas con el defecto de masa, los circuitos eléctricos y la radiactividad.
- Los alumnos de NS mostraron muy poco conocimiento del espectrómetro de masas. Se lograron pocos puntos por las respuestas a las preguntas sobre la interferencia de ondas y sobre el efecto fotoeléctrico.
- Muchos alumnos encontraron también difíciles las explicaciones sobre los fenómenos físicos, basándose más en anécdotas que en principios físicos.
- Los alumnos deberían darse cuenta de que la respuesta numérica final de un cálculo debe darse con un número de cifras significativas que sea consistente con las de los datos proporcionados. También se exigen las unidades.
- Debería animarse a los alumnos a que expongan sus cálculos para indicar claramente su trabajo. Si el método no está claro, o no se indica, y el resultado final es incorrecto, entonces no se pueden conceder los puntos por “error arrastrado”. En los exámenes de física, el método de trabajo puede muy bien ser más importante que la respuesta numérica final.

### **Áreas del programa o del examen en que los alumnos demostraron estar bien preparados**

La mayoría de los alumnos mostraron una mejoría en su comprensión del análisis de datos. Como es normal, la pregunta de dinámica fue muy respondida, pero ello no significó un alto porcentaje de aprobados.

### **Puntos fuertes y débiles de los alumnos al abordar las distintas preguntas**

#### **Sección A**

##### **A1 (NS y NM) – Análisis de Datos**

- (a) (i) Con pocas excepciones, la línea se dibujó en la posición correcta
- (ii) La mayoría de los alumnos trazó una tangente aceptable. Sin embargo, fue corriente encontrar que se trazaba para 50 °C, en vez de para un exceso de temperatura de 50 grados C.
- (b) (i) Sorprendentemente, algunos alumnos no puntuaron en el apartado correspondiente al exceso de temperatura de 50 grados C.
- (ii) Una minoría de alumnos dibujó las barras de error paralelamente al eje de temperaturas. Sin embargo, la mayoría dibujó las barras de error con una longitud aceptable.

### Sólo NM

- (c) Un número significativo de alumnos hizo referencia a un gráfico rectilíneo, pero no dibujó una tal línea recta sobre el gráfico. Quienes dibujaron una línea frecuentemente hicieron referencia a la dispersión de los puntos.

Pocos consideraron que, para que la expresión fuera válida, la línea debería pasar por el origen. La proporcionalidad se muestra por medio de una línea recta que pasa por el origen. La linealidad exige tan sólo una línea recta.

### Sólo NS

- (c) (i) Un número significativo de alumnos hizo referencia a un gráfico rectilíneo, pero no dibujó dicha línea. Quienes dibujaron una línea frecuentemente hicieron referencia a la dispersión de los puntos. Pocos consideraron que, para que la expresión fuera válida, la línea debería pasar por el origen. La proporcionalidad se muestra por medio de una línea recta que pasa por el origen. La linealidad exige tan sólo una línea recta.

(ii) Aquellos alumnos que lograron dibujar la línea recta de mejor ajuste se hallaron en disposición de responder a esta pregunta. Sin embargo, pocos comentaron que, para grandes excesos de temperatura los puntos se encontraban alejados de la línea de mejor ajuste.

- (d) (i) Se presentaron muchos esquemas correctos con líneas rectas aceptables.

(ii) Cuando se respondió a este apartado, se indicó mayoritariamente que el gradiente sería 1,0. Sin embargo, pocos relacionaron correctamente el valor de  $k$  con el antilogaritmo del valor de la intersección con el eje de  $\lg R$ .

### A2 (Sólo NS) – Física nuclear y de partículas

- (a) A pesar del hecho de que en la Guía se indica específicamente el diagrama esquemático del espectrómetro, la mayoría de los diagramas eran tan pobres que resultaban irreconocibles. Claramente, este tema no se ha impartido con la suficiente atención.
- (b) En algunas respuestas se constataba que un campo magnético debería dar lugar a desviaciones diferentes. Sin embargo, los diagramas que mostraban esas desviaciones no eran casi nunca realistas.
- (c) La mayoría de los alumnos debería haber respondido correctamente a las tres preguntas ya que se trata del conocimiento de hechos. En efecto, no presentaron inconvenientes a algunos alumnos. Sin embargo, resultó claro que una significativa minoría no tenía ni idea del tema.

### A3 (Sólo NS) - Temperatura, energía interna y termodinámica

- (a) Se podía responder a la pregunta basándose en las propiedades macroscópicas (masa y calor específico) o en las microscópicas (energía cinética aleatoria y energía potencial de los átomos).

Frecuentemente, las respuestas se limitaron a mencionar un punto relevante o resultaron confusas al introducir ambos enfoques.

- (b) (i) Hubo muchas respuestas correctas. Un error frecuente fue no establecer que es la entropía del Universo –en vez de la del objeto específico- la que debe aumentar. Debería advertirse a los alumnos de que afirmar que la entropía no decrece no es lo mismo que afirmar que la entropía siempre aumenta.

(ii) En la mayoría de las respuestas se indicó que el agua (al congelarse) debería perder entropía. No siempre se indicó claramente la razón de ello. Aunque resultó usual que se indicara que los alrededores deberían ganar entropía, muchos no especificaron que la ganancia debería ser mayor, en valor absoluto, que la pérdida.

- (c) (i) Con pocas excepciones, el proceso se identificó como adiabático.

(ii) En muchos casos, los alumnos llegaron a describir los cambios en los cuatro procesos, en lugar de concentrarse en lo que se pedía.

### A2 (Sólo NM) - Vectores

- (a) En general, las respuestas fueron decepcionantes y muchos alumnos no supieron por dónde empezar. Normalmente, aquellos alumnos que siguieron las instrucciones para dibujar el diagrama a escala respondieron correctamente a lo pedido. Puesto que la pregunta se basaba en un ejercicio usual de laboratorio, se esperaba que muchos más alumnos hubieran estado familiarizados con la situación. Se proporcionó papel milimetrado por lo que no era necesario que los alumnos trazaran ángulos.
- (b) Hubo algunas muy buenas sugerencias basadas en el hecho de que debería haber una componente vertical de tensión sobre la cuerda. En el extremo opuesto, hubo algunas tentativas que tenían poco que ver con la situación esquematizada.

### A3 (Sólo NM)

De nuevo, hubo algunas respuestas buenas. Sin embargo, muchos no entendieron qué se pedía de ellos. En tales preguntas, se debería animar a los alumnos a empezar sus respuestas definiendo las magnitudes relevantes. En este caso, el punto de partida era explicar que se entiende por energía interna.

### A4 (Sólo NM)

- (a) Las definiciones tienden a ser imprecisas, sin ninguna referencia clara a los núcleos, ni al hecho de que los nucleones debe separarse completamente. Existe confusión con los términos isótopo, núcleo, nucleón y núclido.
- (b) El problema más serio que hubo fue que los alumnos no se dieron cuenta de que el defecto de masa era *por nucleón*. En cambio, se aceptó que los valores correspondían al defecto de masa de los núcleos.

## Sección B

### B1 (NS y NM) Parte 1 – Movimiento rectilíneo

- (a) La definición de aceleración fue, normalmente, la correcta. Sin embargo, debería animarse a los alumnos a dar definiciones en términos de magnitudes unitarias, en vez de unidades concretas, y a indicar claramente que está involucrado un cociente.
- (b) En la mayoría de los exámenes se indicó correctamente la suposición. Resultó sorprendente que aún algunos de los alumnos menos preparados pudieran completar la deducción. Debería animarse a los alumnos a explicar su trabajo. Con mucha frecuencia, la respuesta consistía en un cúmulo de álgebra, sin ninguna referencia a la física de la situación.
- (c) (i) Aparte de no convertir la distancia de caída de cm a m, hubo muy pocos problemas con este apartado de cálculos.  
 (ii) Aunque hubo muchas soluciones correctas, un número significativo de alumnos mostró un desconocimiento de la situación. Un error muy común fue suponer que la bola había caído 12 cm desde el reposo.

### (Sólo NS)

- (c) (iii) En general, se comprendió que la bola debería caer una distancia mayor mientras que el obturador estaba abierto. Sin embargo, pocos llegaron a indicar que eso conduciría a una menor incertidumbre porcentual en la medida.

**(NS y NM)**

**Parte 2 - Choques**

- (a) La mayoría de los alumnos no comprendió la situación. No se dieron cuenta de que la bola está describiendo un arco de circunferencia y, por lo tanto, debe haber una fuerza centrípeta proporcionada por el cable. Consecuentemente, muchos cálculos fueron erróneos, y una proporción considerable ni siquiera tuvo en cuenta el peso de la bola.
- (b) Con pocas excepciones, los alumnos se dieron cuenta de que el método más sencillo involucraba el cálculo de un área. El error más común fue no expresar el tiempo de contacto como 0,15 s.

**(Sólo NS)**

- (c) Los cálculos presentaron pocos problemas, excepto la unidad de momento lineal.
- (d) En general, la discusión no estaba muy relacionada con la definición. A pesar de haber hecho referencia a un “sistema cerrado”, muchos no indicaron qué abarcaba el sistema.
- (e) Estos cálculos fueron realizados satisfactoriamente por la mayoría de los alumnos.

**(Sólo NM)**

- (c) Los cálculos presentaron pocos problemas, excepto la unidad de momento lineal.
- (d) En general, la discusión no estaba muy relacionada con la definición. A pesar de haber hecho referencia a un “sistema cerrado”, muchos no indicaron qué abarcaba el sistema.
- (e) Estos cálculos fueron realizados satisfactoriamente por la mayoría de los alumnos.
- (f)

**B2**

**Sólo NS**

**Parte 1 - Gravitación**

- (a) A pesar de que se había pedido explicar el razonamiento, la mayoría de las respuestas no daban ninguna explicación.
- (b) Los cálculos presentaron pocos problemas.
- (c) En la mayoría de los exámenes se indicó correctamente la fórmula. Muchos no comprendieron la situación en lo referente al cambio en la energía. Un malentendido frecuente fue indicar que, por la conservación de la energía, la energía cinética y por tanto la rapidez debería aumentar porque la energía potencial había disminuido.
- (d) Frecuentemente, la velocidad de escape se definió sin hacer referencia alguna al punto en el que se mide la velocidad.
- (e) Al igual que en otros cálculos, los aspectos matemáticos fueron normalmente los apropiados, pero, lamentablemente, una vez más faltó la explicación.
- (f) Los cálculos presentaron pocos problemas.
- (g) Hubo un número inesperado de errores de sustitución, particularmente a propósito de la masa de un átomo de helio-4, lo que dio lugar a respuestas totalmente inadecuadas.
- (h) Muchos alumnos fueron capaces de expresar, de muchas maneras, la idea de que los átomos deben tener una distribución de velocidades.

**Parte 2 – Inducción Electromagnética**

- (a) De manera decepcionante, muchos calcularon el flujo en vez del flujo abrazado.

- (b) El no distinguir entre flujo y flujo abrazado condujo a confundirse en (i). Sin embargo, a pesar de la pobre indicación de la ley, la mayoría pudo calcular la f.e.m.
- (c) Los enunciados eran usualmente aceptables. Sin embargo, en (ii), no se identificó el origen de la fuerza sobre la bobina.

**B3 (NS) – Ondas viajeras**

**B2 (NM)**

- (a) (i) La mayoría de las respuestas hacían una clara referencia a la transmisión de energía.
  - (ii) El error en el rotulado del eje y supuso que se aceptara una variedad de respuestas para la amplitud, de modo que ningún alumno quedara en desventaja. Esta sección presentó muy pocos problemas.
- (b) La mayoría de los alumnos no fueron capaces de distinguir entre el ángulo de incidencia y el ángulo entre un frente de onda y la normal. Normalmente, se completó el diagrama, pero sin hacer referencia a la respuesta obtenida para el ángulo en (i).

**Sólo NS - Interferencia**

- (c) Los alumnos deberían darse cuenta de que una condición necesaria no es que las fuentes tengan la misma frecuencia – el aspecto clave es la diferencia de fase constante.
- (d) Generalmente se comprendieron los efectos producidos por un cambio en la longitud de onda. Sin embargo, estaba claro que pocos tenían una verdadera comprensión de lo que debería observarse con luz blanca.

**Nature de la luz**

- (e) Muchos alumnos no se expresaron de manera clara y concisa al referirse a lo que es un elemento estándar de la física.
- (f) Un número sorprendentemente grande de alumnos no lograron convertir eV en julios antes de llevar a cabo los cálculos.
- (g) (i) Muchos indicaron que la corriente aumentaría, en vez de duplicarse. En (ii), muy pocos comprendieron que la corriente disminuiría. Al aumentar la energía del fotón, el número de ellos debe disminuir para que la intensidad sea constante.

**B2 (Sólo NM)**

**Parte 2 - Gases**

- (a) Aparte de no expresar la temperatura en kelvin, los cálculos presentaron pocas dificultades.
- (b) Hubo algunas soluciones correctas. Sin embargo, un error común fue calcular la nueva cantidad de gas en el neumático y dividirla entre el aumento por embolada de la bomba.
- (c) Los alumnos más capaces respondieron satisfactoriamente al apartado (i). Muy pocos supieron calcular el rendimiento al confundir la energía que debería figurar en el numerador con la del denominador de la ecuación del rendimiento.
- (d) Los alumnos deberían darse cuenta de que el término  $V$  que aparece en la ecuación del gas ideal es el volumen en el que pueden moverse los átomos. Si los átomos tienen un tamaño finito, entonces el término  $V$  debería reducirse. Entre los alumnos que respondieron, muchos consideraron que el término  $V$  debería aumentarse.

#### **B4 (Sólo NS) Parte 1 - Electricidad**

#### **B3 (Sólo NM)**

- (a) La mayoría de las respuestas se referían a los electrones libres de los metales, pero no mencionaban la carga positiva.

#### **Sólo NS**

- (b) (i) Fue muy raro encontrar respuestas satisfactorias. La mayoría se limitaba simplemente a indicar que el potencial de la Tierra es cero, en vez de discutir el hecho de que debe realizarse trabajo para trasladar una carga positiva desde la Tierra hasta la esfera.
- (ii) De nuevo, pocos comprendían realmente la situación. La idea de que cualquier campo debería dar lugar a una fuerza sobre los electrones del metal, y en consecuencia moverlos, pasó desapercibida.
- (iii) Se dieron algunas buenas respuestas a esta pregunta. Algunos alumnos consideraron que los electrones procedían del alumno y no de la Tierra.

#### **Sólo NM**

- (b) (i) Pocos comprendían realmente la situación. La idea de que cualquier campo debería dar lugar a una fuerza sobre los electrones del metal, y en consecuencia moverlo, pasó desapercibida.
- (ii) Se dieron algunas buenas respuestas a esta pregunta. Sin embargo, muchos alumnos consideraron que los electrones procedían del alumno y no de la Tierra.

#### **NS y NM**

- (c) Muchos alumnos hicieron cálculos y llegaron a responder. Sin embargo, no hubo explicaciones.
- (d) La mayoría de los alumnos dibujó un circuito con un resistor en serie con es dispositivo. Sólo en una minoría de los exámenes se abordó el cálculo de la resistencia.
- (e) Hubo muy pocas respuestas correctas. Muchas respuestas parecían no estar basadas en principios físicos.

#### **Parte 2 - Radiactividad**

#### **Sólo NS**

- (a) (i) Como ocurre casi siempre con las definiciones, hubo muchos intentos faltos de precisión. Los alumnos no parecen darse cuenta de la diferencia entre isótopos, núclidos, núcleos y nucleones.
- (ii) Raramente se definió la constante de desintegración de manera adecuada.

#### **Sólo NM**

- (a) Como ocurre casi siempre con las definiciones hubo muchos intentos faltos de precisión. Los alumnos no parecen darse cuenta de la diferencia entre isótopos, núclidos, núcleos y nucleones.

#### **NS y NM**

- (b) En general, los alumnos situados en la media y por encima de la media completaron satisfactoriamente la ecuación.

- (c) (i) La mayoría de los alumnos respondió satisfactoriamente.
- (ii) Esta pregunta no involucra ningún núcleo radiactivo hijo. Más bien, se esperaba que los alumnos se dieran cuenta de que el número de núcleos permanece constante. Esto sólo se constató en una minoría de exámenes.
- (d) Se presentaron pocos intentos de respuesta exitosos, debido principalmente a no darse cuenta de que la fracción de potasio debería ser lo que quedaba de él.

## Recomendaciones y orientaciones para la enseñanza de futuros alumnos

Algunos aspectos de lo que sigue son un resumen de los comentarios anteriores.

Los alumnos deben tomar nota del número de puntos atribuidos a cada apartado o subapartado, al considerar el nivel de detalle que deben dar a sus respuestas. Las frases breves como respuesta son habitualmente inadecuadas cuando se concedan varios puntos. Además, se debe prestar atención a los verbos de acción tal y como están listados en la Guía. En particular, cuando se pregunta a los alumnos “indicar y explicar”, o “sugerir”, entonces un simple establecimiento de la conclusión conduce a no lograr ningún punto. Tampoco se obtienen puntos por un argumento falaz que conduzca a una conclusión correcta. En numerosos casos los alumnos pierden puntos como consecuencia de no seguir la recomendación de explicar su trabajo.

Resultan inaceptables los comentarios generales y el lenguaje no científico cuando se definen magnitudes y términos. Las definiciones, por su propia naturaleza, son precisas. Se debería animar a los alumnos a desarrollar un conocimiento riguroso de los ejercicios del libro y del significado de los términos científicos. Por ejemplo, la diferencia entre un núcleo y un nucleón, la diferencia entre proporcionalidad y linealidad. Sin este conocimiento riguroso, la comprensión puede verse disminuida de tal modo que las ‘aplicaciones’ y las ‘ampliaciones’ del tema se vean muy limitadas.

Tras completar cualquier cálculo, los alumnos deberían considerar si la respuesta es realista, así como expresarla acompañada de su unidad y con un número apropiado de cifras significativas. Las respuestas que resultan incorrectas en varias potencias de diez no son inusuales y resultan fácilmente corregibles, ya que frecuentemente tienen su origen en una unidad incorrecta (e.g. sustitución de km en vez de m).

Cuando se dibujen diagramas y gráficos, éstos deberían mostrar de manera relevante sus características más importantes e.g. espaciado de frentes de onda o líneas rectas. Cuando dibujan un gráfico, muchos alumnos intentan dibujar líneas a mano alzada utilizando un lápiz. El resultado es que los errores no se pueden corregir perfectamente.

## Prueba 3 - Niveles superior y medio

### Bandas de calificación del componente

#### Nivel superior

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-6	7-12	13-17	18-24	25-31	32-38	39-60

#### Nivel medio

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
--------------------	---	---	---	---	---	---	---

**Puntuaciones:**      0-4          5-8          9-11          12-16          17-20          21-25          26-40

## Generalidades

La mayoría de los alumnos pareció encontrar la prueba accesible y hubo casos de una buena comprensión de los temas. En general, los alumnos parecieron distribuir su tiempo de manera apropiada y no hubo evidencia de que se vieran perjudicados por falta de tiempo. Sin embargo, como en años anteriores, algunos alumnos no prestaron atención al espacio disponible para responder los apartados concretos de cada pregunta o a los puntos que podían conseguirse. En consecuencia, se extendieron innecesariamente en sus respuestas a preguntas que valían un punto y respondieron a cuestiones que valían cuatro puntos con una frase breve.

Es necesario que los alumnos piensen sobre el verbo de acción con que se inicia una pregunta. Verbos de acción tales como “explique”, “discuta” y “sugiera” precisan de una respuesta más detallada para obtener la totalidad de la puntuación, que la requerida por el verbo de acción “indique”.

La mayoría de los alumnos presentó los pasos seguidos en sus cálculos y por ello se benefició de los puntos por “error arrastrado”.

### Nivel medio

El número de impresos de respuesta G2 fue pequeño. De ellos:

- el 61% indicó que la prueba era de un nivel de dificultad similar al del año pasado y el 39% un poco más difícil. Sin embargo, globalmente, el 93% encontró la prueba con un nivel de dificultad apropiado y un 7% más difícil.
- el 96% consideró que la cobertura del programa era o satisfactoria o buena.
- el 96% encontró que la claridad de la redacción era o satisfactoria o buena.
- el 96% opinó que la presentación era o satisfactoria o buena.

Como en años anteriores, las opciones más respondidas fueron A (Ampliación de mecánica), seguida de H (Óptica) y F (Astrofísica).

### Nivel superior

- El 58% encontró la prueba de un nivel similar a la del año anterior, el 33% un poco más difícil y el 9% mucho más fácil. Sin embargo, en términos generales, el 100% la consideró de un nivel apropiado.
- el 93% consideró que la cobertura del programa era o satisfactoria o buena.
- el 93% encontró que la claridad de la redacción era o satisfactoria o buena.
- El 93% opinó que la presentación era o satisfactoria o buena.

## Áreas del programa y del examen que parecen haber resultado difíciles para los alumnos

Como en años anteriores, una característica destacable de este examen, tanto en el Nivel Medio como en el Superior, ha sido la sorprendente falta de precisión y detalle en las definiciones de diversas magnitudes físicas y en la descripción de los fenómenos. Las definiciones estaban pobremente expresadas, resultando incompletas e imprecisas, o eran claramente incorrectas. Ejemplos de ello son las definiciones o proposiciones sobre los siguientes temas:

- potencial gravitatorio

- primera ley de la termodinámica
- intensidad del sonido
- sonoridad
- luminosidad
- brillo aparente

Muchos alumnos tuvieron dificultades con el concepto de momento y la descomposición de fuerzas, y con el concepto de dilatación temporal.

Como se ha mencionado más arriba, muchas respuestas a diversas preguntas olvidaron los detalles o se basaron en anécdotas más que en principios físicos.

Además, como en años anteriores, los diagramas de rayos eran a menudo pobres y parecía que los alumnos confiaban más en la memoria que en su construcción razonada.

### **Áreas del programa o del examen en que los alumnos demostraron estar bien preparados**

Muchos de los alumnos que abordaron la opción F (Astrofísica) estaban bien preparados y a menudo finalizaron sus cálculos. Con frecuencia, también se hicieron bien los cálculos rutinarios en otras áreas y, normalmente, los alumnos prestaron atención a las cifras significativas y a las unidades.

### **Puntos fuertes y débiles de los alumnos al abordar las distintas preguntas**

#### **Sólo NM**

##### **Opción A – Ampliación de mecánica**

###### **Pregunta 1 – Viga de madera**

Los alumnos no plantearon tomar momentos o descomponer aún cuando las componentes de la fuerza de reacción se daban en la pregunta.

###### **Pregunta 2 – Satélites en órbita**

Sólo unos pocos alumnos hicieron referencia a masas puntuales o a pequeñas masas en sus definiciones de potencial gravitatorio.

Se vio mucho “cocinado” en la deducción de la relación  $E_C/E_P$ , aunque los cálculos a menudo se hicieron bien. Sin embargo, en (c)(iii), las respuestas a (b) y (c)(i) no siempre se utilizaron como se indicaba en el planteamiento.

###### **Pregunta 3 – Movimiento de proyectiles**

Con frecuencia, no se utilizó ningún argumento sobre la energía para calcular la rapidez y la componente horizontal de la velocidad fue, a menudo, ignorada también. Sin embargo, a menudo se obtuvieron los puntos por “error arrastrado” en la parte (b).

##### **Opción B – Física cuántica y física nuclear**

Pocos eligieron responder a esta Opción.

###### **Pregunta 1 – Niveles de energía y modelos atómicos**

Hubo algunos intentos razonables de respuesta a esta pregunta, pero todos encontraron difícil la parte correspondiente al modelo de Schrödinger.

### **Pregunta 2 – Desintegración radiactiva**

Muchos alumnos encontraron difíciles los cálculos de esta pregunta.

### **Opción C – Ampliación de energía**

Pocos eligieron responder a esta Opción.

### **Pregunta 1 – Primera ley y máquina de vapor**

No se respondió bien y, generalmente, los alumnos mostraron poca profundidad en la comprensión de la primera ley. Sin embargo, algunos alumnos sacaron adelante los cálculos.

### **Pregunta 2 – Energía solar**

Hubo algunos intentos bastante razonables de responder a esta pregunta y la mayoría de los alumnos fue capaz de obtener al menos algunos puntos.

## **NM y NS conjuntamente**

### **Opción D – Física biomédica**

#### **Pregunta 1 - Escalamiento**

Muchos de los alumnos que abordaron esta pregunta pudieron calcular correctamente los cocientes, pero se mostraron incapaces de aplicarlos en la respuesta a la segunda parte de la pregunta.

#### **Pregunta 2 – Niveles de intensidad sonora**

Raramente se expuso la distinción correcta entre intensidad sonora y sonoridad, y los enfoques de los cálculos a menudo estaban confundidos.

#### **Pregunta 3 – Rayos X**

Generalmente, las partes no matemáticas se hicieron bien, pero las explicaciones de la formación de imágenes sombreadas a menudo carecía de detalle y muchos alumnos conectaron sus respuestas con las que habían dado en el apartado (c).

## **ANS**

#### **Pregunta 4 - Antebrazo**

A menudo se respondió completamente bien.

#### **Pregunta 5 - Dosimetría**

Muchos alumnos tuvieron dificultades con los cálculos y, a menudo, se dejó en blanco.

### **Opción E – Historia y desarrollo de la física**

Esta opción fue elegida por más alumnos que en años precedentes.

#### **Pregunta 1 - Modelos de Universo**

No muchos alumnos pudieron describir el movimiento observado de la Luna sobre un periodo de varios años, pero el movimiento de Marte era bien conocido, al igual que el modelo de Ptolomeo. En general, la diferencia entre las interpretaciones aristotélica y newtoniana del movimiento de los planetas era, así mismo, bien conocida.

### **Pregunta 2 – Fuerza entre cargas**

No se respondió bien, en particular el subapartado relativo a cómo Coulomb determinó la razón entre las de cargas de las dos esferas.

### **Pregunta 3 – Rayos catódicos**

La mayoría de las respuestas pusieron de manifiesto una falta de comprensión del tema planteado en esta pregunta. Muchos alumnos confundieron el descubrimiento de los rayos catódicos con la medición de  $e/m$  por J. J. Thompson.

ANS

### **Pregunta 4 – Espectro y teoría de Bohr**

Muchos alumnos no alcanzaron a comprender la pregunta y bastantes no supieron verdaderamente cómo empezar.

### **Pregunta 5 – Principio de Incertidumbre**

Raramente se comprendió la idea de que el momento de una partícula estaría definido con precisión pero que su posición estaría indeterminada.

Debe decirse que muchos alumnos abordaron esta opción relacionada con el tronco común por los puntos.

### **Opción F - Astrofísica**

#### **Pregunta 1**

La mayoría de los alumnos sabía la ubicación de los asteroides, pero pocos comprendieron que el movimiento de la Tierra alrededor del Sol tiene como resultado que, en la línea de visión, algunas constelaciones queden ocultas en ciertos momentos del año.

#### **Pregunta 2 – Observación estelar**

Con frecuencia se confundió el brillo aparente con la magnitud aparente y la conversión a parsec se omitió a menudo en los cálculos. El método de la paralaje se comprendió bien en general, pero algunas respuestas carecían de detalle en lo relativo a la definición del ángulo de paralaje.

#### **Pregunta 3 - Cosmología**

A menudo las respuestas carecían de detalle con comentarios del tipo “las galaxias se desplazan al rojo”. Los alumnos necesitan darse cuenta de que son las líneas espectrales de la luz procedente de las galaxias las que muestran desplazamiento al rojo. La idea de un Universo geocéntrico es algo compartida también por muchos alumnos como lo demuestran comentarios del tipo “las galaxias se están alejando de nosotros”.

A menudo, el subapartado sobre densidad crítica se respondió bien.

ANS

#### **Pregunta 4 – Constante de Hubble**

Muchos alumnos pensaban que es difícil medir  $H_0$  porque lo es la determinación de las velocidades y no se dieron cuenta de que el verdadero problema estaba en la medida precisa de la distancia. Sin embargo, con frecuencia se hicieron bien los cálculos.

#### **Pregunta 5 – Dos estrellas distintas**

Se indicó correctamente la mayor luminosidad y alta temperatura (aunque a menudo se omitió temperatura), pero frecuentemente las respuestas no pasaron de ahí. A menudo se respondió bien al resto de la pregunta.

### **Opción G - Relatividad**

#### **Pregunta 1 – Cinemática y dinámica relativistas**

Muchos alumnos consideraron el primer subapartado como “indique” en vez de como “explique”. Se necesitaba abordar el concepto de sistema de referencia para obtener la totalidad de los puntos.

Aunque los dos postulados se conocían generalmente bien, se omitió con frecuencia la expresión “en el vacío”.

Hubo mucha confusión en cuanto a los valores que debían sustituirse en la ecuación de transformación de velocidades; sin embargo, con frecuencia el resto de los cálculos se hicieron bien.

#### **Pregunta 2 – Desintegración del muón y dilatación temporal**

En general, no se respondió bien. Un error muy común fue que ¡cuanto más rápido se mueve uno, más lento transcurre el tiempo! Pocos alumnos parecen darse cuenta de la simetría involucrada en la Teoría Especial; parecía que muchos alumnos estaban atrapados en el concepto de sistema de referencia absoluto y creyeran que hay un “observador estacionario” para el cual la física es “correcta”. Esto podría sugerir que, a pesar de que algunos alumnos son capaces de indicar correctamente los postulados de la relatividad, sin embargo tienen claramente una pequeña comprensión de sus implicaciones o carecen de ella.

Esta falta de comprensión se trasladó al fenómeno de la desintegración del muón. Hubo comentarios del tipo “los muones tienen una corta semivida pero cuando se mueven con una velocidad cercana a la de la luz dicha semivida se dilata, por lo que tienen suficiente tiempo para alcanzar el suelo”. Raramente se mencionó al observador terrestre o al sistema de referencia del muón, ni se comprendió la simetría de la situación.

**ANS**

#### **Pregunta 3 – Mecánica relativista**

Hubo mucho “cocinado” y abundantes referencias a la ecuación  $E_C = \frac{1}{2} mv^2$ .

Los cálculos no se hicieron bien, a pesar de que se proporcionaba el método en el enunciado. Como en años anteriores, los alumnos tienen dificultades con las unidades expresadas en términos de MeV.

#### **Pregunta 4 – Relatividad general**

En general, esta pregunta se respondió bien; sin embargo, muchos alumnos abordaron los cálculos usando longitud de onda y no frecuencia.

### **Opción H - Óptica**

Aunque fue una opción muy elegida, las respuestas fueron a menudo pobres.

#### **Pregunta 1 - Dispersión e índice de refracción**

En general, se respondió bien a esta pregunta, pero las “explicaciones” pedidas en (a) y en (b)(iii) a menudo no se abordaron.

#### **Pregunta 2 – Telescopio astronómico**

Frecuentemente, se confundieron las definiciones y los diagramas de rayos se trazaron muy pobremente, con uno de los rayos incidiendo sobre el ocular y se presentó, a menudo, pasando por el centro de la lente. Los alumnos se basaban más en su memoria que en lo que comprendían.

No se respondió bien a los efectos de las aberraciones sobre la imagen del objeto; la respuesta más común fue “borrosa”.

## ANS

### Pregunta 3 - Resolución

A menudo, los esquemas de la distribución de intensidad se hicieron bien, pero un error muy común en los cálculos fue tomar el diámetro de la apertura del ojo por el diámetro de Plutón.

### Pregunta 4 – Película en forma de cuña

A menudo, los alumnos comprendieron que se producía interferencia, pero raramente asociaron el sistema de franjas con la variación de la anchura del hueco de aire.

A menudo, en los cálculos se utilizó la ecuación de difracción con  $n = 1$  y  $\theta$  determinado por el espaciado entre franjas, poniendo de manifiesto que los alumnos no comprendían la situación.

## Recomendaciones y orientaciones para la enseñanza de futuros alumnos

Las recomendaciones del equipo de examinadores son las siguientes:

- Los alumnos no deberían intentar responder a una opción para la que no estén preparados.
- Las definiciones deben ser precisas
- Debería practicarse con los alumnos el que respondan a preguntas de examen bajo condiciones de examen y evaluarles utilizando los esquemas de corrección que se han publicado.
- Los alumnos necesitan familiarizarse con los verbos de acción, tal y como están definidos en la guía del programa. Todas las preguntas BI utilizan esos verbos de acción, y el detalle requerido en la respuesta se especifica por medio del verbo de acción usado en la pregunta.
- Los alumnos deberían leer cada pregunta cuidadosamente. Las respuestas deben estar enfocadas –no hay necesidad de escribir frases innecesariamente largas o dar información innecesaria.
- Los alumnos deberían utilizar el número de puntos adjudicado a cada apartado de una pregunta y el número de líneas disponibles para la respuesta, como una guía aproximada del detalle requerido en sus respuestas.
- Debería animarse a los alumnos para que hicieran diagramas claros y bien rotulados.
- Los alumnos deberían revisar sus respuestas y ver si tienen sentido. ¡La abertura de un ojo humano no puede ser  $2 \times 10^3$  m, tampoco la distancia a la estrella más próxima 530 metros!
- Los alumnos deberían familiarizarse con el contenido del Cuadernillo de Datos. No es una buena idea descubrir su contenido durante los exámenes BI.