

FÍSICA

Bandas de calificación de la asignatura

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-16	17-27	28-39	40-49	50-59	60-70	71-100

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-15	16-28	29-39	40-50	51-61	62-72	73-100

Evaluación interna: niveles superior y medio

Bandas de calificación del componente

Nivel superior

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

Nivel medio

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

Ámbito que cubre el trabajo entregado y medida en que resulta apropiado

Los colegios presentan programas prácticos de física que resultan equilibrados e imaginativos. Aunque la mecánica es tradicionalmente el tema más frecuente, se cubren muchas otras áreas, incluidas las opciones y otros temas que no aparecen explícitamente en el programa. Es preciso examinar minuciosamente las investigaciones habituales, con guiones, antes de utilizarlas para evaluar los criterios de Evaluación Interna; en la mayoría de los casos, tales investigaciones no resultan apropiadas para calificar la Evaluación Interna. Muchos colegios tratan correctamente el análisis de errores incluyendo las barras de incertidumbre sobre los gráficos. La mayoría de los colegios cumplen correctamente con los trámites administrativos y muchos de ellos siguen los ejemplos de investigaciones que aparecen en el CPEL.

Desempeño de los alumnos en cada uno de los criterios

El criterio de Planificación (a) es frecuentemente el más difícil de comprender tanto por profesores como por estudiantes. Las mejores investigaciones de planificación (a) se plantean antes de que los estudiantes hayan tratado la teoría pertinente al caso. Si se está investigando el periodo de un péndulo, los estudiantes no deberían conocer o tener acceso a la ecuación habitual. Es preciso que las

investigaciones de planificación (a) sean de final abierto, y los mejores ejemplos son aquellos en los que los estudiantes investigan una función o relación, no una medición o valor concreto. La determinación de la aceleración de gravedad o del calor específico de un líquido desconocido, o la confirmación de la primera ley de Newton, no son investigaciones apropiadas para planificación (a). Con frecuencia, se penaliza la utilización del equipamiento estándar de laboratorio para una investigación en planificación (b). En este caso se necesita toda una variedad de modos para investigar un tema. A menudo se emplea el Proyecto del Grupo 4 para evaluar planificación, pero resulta difícil para el moderador saber exactamente la contribución particular de cada estudiante. En general, es mejor no evaluar el proyecto del grupo ya que los estudiantes están trabajando en equipo. Normalmente, la obtención de datos se hace muy bien. En física, todas las mediciones de datos brutos tienen una incertidumbre que es necesario indicar siempre al registrarlos. Cuando evalúen la obtención de datos, los profesores deben tener cuidado de no decir a los estudiantes qué datos obtener y cómo registrarlos. Son los estudiantes quienes tienen que resolverlo por sí mismos. Los esquemas de patrones de ondas de agua, o de limaduras de hierro originados por los imanes, no se consideran como obtención de datos. Los datos deben ser cuantitativos. Por lo general, el procesado y la presentación de datos se hacen bien. A menudo, los estudiantes dicen lo que van a hacer con sus datos, pero lo que dicen no resulta apropiado para la evaluación del criterio PPD. Se recomienda la utilización de software gráfico, pero los estudiantes deben demostrar buena técnica de representación gráfica. Aunque cada vez más colegios incluyen barras de incertidumbre en los gráficos, los estudiantes deben justificar también el valor de la incertidumbre que determinan y no dejar que lo haga automáticamente el programa de trazado de gráficos. Debe constatarse el número de cifras significativas. El criterio de conclusión y evaluación resulta en ocasiones difícil para los estudiantes. Las conclusiones deben basarse en una interpretación razonable de los datos procesados, en conexión con la pregunta de investigación inicial. La apreciación del alcance y del límite de una investigación resulta frecuentemente difícil para los estudiantes. Las sugerencias de mejora son, con frecuencia, vagas y generales. La simple indicación de que un video digital mejoraría la calidad de los datos resulta superficial y normalmente errónea. Se precisa de más pensamiento crítico en cada aspecto del criterio CE. Cuando una investigación se plantea de la mejor forma posible, entonces no resulta apropiada para evaluar el criterio de conclusión y evaluación

Recomendaciones para la enseñanza de futuros candidatos

- Los profesores deben elegir investigaciones apropiadas para la evaluación de cada criterio. Los estudiantes y los profesores deben disponer de copias de los criterios de EI durante todo el curso. Con frecuencia, la utilización de guiones de experimentos habituales no resulta apropiado para la EI.
- Cuando los profesores presenten las muestras de EI para su moderación, deben incluir las instrucciones verbales y escritas correspondientes a cada experimento que vaya a ser moderado.
- Los proyectos del grupo 4 son, con frecuencia, el resultado del esfuerzo de todo un equipo y, como tal, no son apropiados para evaluarlos según los criterios de EI.
- Se recomienda la utilización de software gráfico, pero los estudiantes deben controlarlo y proporcionar gráficos significativos.
- Cuando se evalúa PPD, resultan importantes las distinciones entre NM y NS incluidas en el programa, en lo que a manipulación de errores e incertidumbres se refiere.
- Se recomienda utilizar con continuidad el Centro Pedagógico en Línea.

Los colegios tienen una buena comprensión de los requisitos de EI. Los proyectos del Grupo 4 resultan interesantes y los estudiantes disfrutan llevándolos a cabo. Es perceptible la influencia del CPEL, y el tratamiento de errores e incertidumbres es generalmente bueno. Las investigaciones realizadas por IBCA han mostrado que, aún después de la moderación, la nota media de los estudiantes es mayor con EI que sin ella.

Prueba 1: Niveles superior y medio

Bandas de calificación del componente

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 -10	11-13	14-17	18-21	22-24	25-28	29-40

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 7	8-11	12-15	16-18	19-21	22-24	25-30

Comentarios generales

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

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, 16 de NS y 26 de NM. Con un número tan pequeño, queda la duda de si constituyen una muestra representativa de todos los Centros. Las respuestas indicaban que, en general, las Pruebas fueron bien recibidas. Los profesores que hicieron comentarios sobre las Pruebas consideraron que las preguntas tenían un nivel apropiado. Un pequeño número de ellos pensaba que ambas Pruebas eran un poco más fáciles que el año anterior, y la media de ambas pruebas fue incluso ligeramente más alta. Los profesores consideraron que las Pruebas proporcionaban una buena cobertura del programa. No debería perderse de vista que la cobertura global debería juzgarse conjuntamente con la Prueba 2. No es esperable que la cobertura completa pueda proporcionarla una sola Prueba. Todos los profesores valoraron también como satisfactoria o buena la presentación de las Pruebas y la redacción de las mismas.

Análisis estadístico

El rendimiento global de los candidatos y el correspondiente a las diferentes preguntas se pone 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 candidatos 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 candidatos 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 candidatos de capacidades diferentes. Un índice de discriminación alto indica que una gran proporción de los candidatos mejores identifica correctamente la clave, en comparación con los candidatos peores.

Prueba 1 de NM Análisis de ítems

Pregunta	A	B	C	D	En blanco	Índice de dificultad	Índice de discriminación
1	109	141*	210	58	5	26.95	.37
2	347*	55	53	68		66.34	.37
3		232	5	286*		54.68	.35
4	24	64	371*	61	3	70.93	.44
5	85	200*	176	62		38.24	.35
6	47	320*	45	111		61.18	.45
7	74	45	163	237*	4	45.31	.51
8	9	347*	13	153	1	66.34	.26
9	55	115	251*	101	1	47.99	.42
10	299*	80	79	63	2	57.17	.37
11	15	16	138	352*	2	67.30	.36
12	49	356*	36	82		68.06	.43
13	21	73	181	246*	2	47.03	.04
14	34	297*	90	101	1	56.78	.26
15	132	63	286*	42		54.68	.55
16	113	9	33	367*	1	70.17	.48
17	98*	28	371	25	1	18.73	.28
18	366*	117	12	27	1	69.98	.29
19	70	69	345*	36	3	65.96	.52
20	10	12	447*	53	1	85.46	.17
21	188	119*	149	64	3	22.75	.39
22	31	301*	165	25	1	57.55	.30
23	168	37	201*	114	3	38.43	.25
24	422*	50	25	24	2	80.68	.24
25	30	212	241*	35	5	46.08	.31
26	72	209	123	115*	4	21.98	.20
27	203	183*	52	82	3	34.99	.28
28	70	46	55	349*	3	66.73	.54
29	343*	65	60	48	7	65.58	.55
30	25	57	307*	130	4	58.69	.51

Prueba 1 de NS Análisis de ítems

Pregunta	A	B	C	D	En blanco	Índice de dificultad	Índice de discriminación
1	132	209*	143	32	2	40.34	.37
2	315*	81	44	78		60.81	.28
3	269*	40	174	34	1	51.93	.56
4	68	270*	133	44	3	52.12	.55
5	37	384*	25	72		74.13	.34
6	51	33	106	319*	9	61.58	.46
7	11	347*	8	151	1	66.98	.23
8	59	70	322*	66	1	62.16	.47
9	89	41	98	281*	9	54.24	.56
10	4	28	478*	7	1	92.27	.13
11	43	33	19	423*		81.66	.35
12	21	169*	72	254	2	32.62	.07

13	27	368*	78	42	3	71.04	.27
14	50	32	213*	222	1	41.11	.44
15	73	125	159	160*	1	30.88	.32
16	172*	118	61	164	3	33.2	.19
17	146*	25	330	16	1	28.18	.47
18	424*	74	3	17		81.85	.24
19	387*	45	40	45	1	74.71	.42
20	63	31	393*	30	1	75.86	.33
21	180	119*	162	54	3	22.97	.28
22	21	274*	190	31	2	52.89	.30
23	358*	86	38	34	2	69.11	.42
24	52	108	33	324*	1	62.54	.36
25	271*	56	116	75		52.31	.46
26	343*	38	103	32	2	66.21	.47
27	29	197	267*	25		51.54	.40
28	57	183	110	164*	4	31.66	.39
29	44	234*	181	56	3	45.17	.36
30	180	271*	34	33		52.31	.42
31	316*	154	29	19		61.00	.41
32	107*	113	59	238	1	20.65	.30
33	66	53	201*	197	1	38.80	.30
34	406*	34	66	11	1	78.37	.35
35	177	107	210*	22	2	40.54	.30
36	51	117	96	250*	4	48.26	.52
37	142	286*	18	70	2	55.21	.41
38	122	220*	108	63	5	42.47	.47
39	50	113	243*	105	7	46.91	.53
40	95	273*	23	124	3	52.70	.39

Comentarios sobre el análisis

Dificultad

Para los dos niveles, NS y NM, el índice de dificultad varía aproximadamente desde el 20% hasta el 90% (preguntas relativamente “fáciles”) excepto en dos preguntas. La mayoría de las preguntas se sitúan en el intervalo 45% - 60%. Este amplio rango de dificultad es algo intencional, de modo que los candidatos de diferentes capacidades se distribuyan a lo largo de todo el rango de puntuaciones de la Prueba. Se necesita de algunas preguntas difíciles para distinguir entre los candidatos más capaces.

Discriminación

Todas las preguntas presentan un valor positivo para el índice de discriminación. Idealmente, el índice debiera ser superior a aproximadamente 0,20. Sin embargo, las preguntas de muy alta o muy baja dificultad es probable que tengan una discriminación inferior a 0,20. Además, un índice de discriminación bajo puede que no sea el resultado de una pregunta poco fiable. Podría indicar un error conceptual compartido por los candidatos. En la inmensa mayoría de las preguntas se obtuvo una discriminación satisfactoria.

Respuesta “en blanco”

En ambas pruebas, el número de respuestas en blanco presenta una ligera tendencia a aumentar para los últimos ítems. Esto puede indicar que hubo candidatos que no tuvieron suficiente tiempo para completar sus respuestas y hay pruebas de que algunas de las preguntas finales no se leyeron con cuidado. Sin embargo, ello no explica las respuestas ‘en blanco’ del principio de las pruebas. Los

candidatos deberían haber recordado que no hay penalización para las respuestas incorrectas. Por lo tanto, si se desconoce la respuesta correcta se debería haber planteado una conjetura verosímil. Se debería advertir a los candidatos de que no dejaran preguntas sin responder.

Comentarios sobre algunas preguntas seleccionadas

El rendimiento de los candidatos 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 las preguntas, 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 9 NM y Pregunta 8 NS

Muchos candidatos no distinguieron entre *rapidez* y *velocidad*.

Pregunta 17 NM y NS

La respuesta más corriente fue C, pero el alto factor de discriminación indica que los candidatos más flojos asociaron la *rapidez* media de las partículas del gas con la temperatura, en vez de con la *energía cinética* media.

Pregunta 21 NM y NS

El índice de dificultad de esta pregunta es bajo, lo que indica que este tema requiere de un mayor énfasis. En particular, la variación de la amplitud en el interior de un bucle de una onda estacionaria necesita considerarse cuidadosamente.

Pregunta 26 NM y Pregunta 28 NS

El distractor más corriente entre los candidatos más flojos fue el B. No es posible considerar que todos los candidatos conozcan que una corriente eléctrica involucra un arrastre relativamente lento de electrones. Se debería dar más énfasis al concepto de velocidad de arrastre.

Preguntas NM

Pregunta 1

Es preciso que los candidatos conozcan el orden de magnitud de las cantidades atómicas.

Pregunta 3

Hubo evidencia de que surgieron muchas dudas entre las respuestas B y D, identificando la respuesta correcta los estudiantes más capaces. Debería estar claro que cualquier cero antes del primer dígito no es una cifra significativa.

Pregunta 13

Las estadísticas indican que muchos estudiantes tienen asumido el error conceptual de que un cuerpo *momentáneamente* en reposo se encuentra necesariamente en equilibrio. Ello pone de manifiesto una confusión fundamental entre velocidad y aceleración, e indica que se necesita considerar más cuidadosamente las consecuencias de la segunda ley de Newton.

Pregunta 14

Los candidatos deberían comprender que la *conservación de la energía cinética* es un modo alternativo de definir un choque elástico.

Pregunta 16

Está claro que *puede* estar presente más de una fase en todas las regiones de la gráfica, pero en la única región donde *debe* estar presente más de una fase es en la XY.

Pregunta 23

Está claramente establecido en el programa que los estudiantes necesitan saber cómo cargar un objeto por inducción. La evidencia, a partir de las estadísticas, sugiere que los candidatos no comprenden completamente este proceso.

Preguntas NS

Pregunta 3

Muchos de los candidatos más flojos conjeturaron la respuesta C, mostrando que no estaban familiarizados con el uso de logaritmos en el análisis de datos.

Los profesores deberían advertir de que la convención aceptada es que se emplea lg para el *logaritmo en base 10* y ln para el *logaritmo en base e*.

Pregunta 12

Es importante que los candidatos comprendan el significado físico de un signo menos en una expresión. Ello involucra la lectura cuidadosa de la pregunta – en este caso el trabajo lo está realizando *la fuerza gravitatoria*.

Pregunta 14

La respuesta D fue más habitual que la respuesta correcta, si bien esta pregunta tuvo una alta discriminación. Ello indicaría que los candidatos más flojos encuentran dificultades para resolver problemas de proporciones cuando hay más de una variable.

Pregunta 15

Esta pregunta tuvo un alto índice de discriminación, pero hay evidencias de que los candidatos más flojos realizaron conjeturas. La diferencia entre rozamiento *estático* y *dinámico* debería considerarse más detenidamente.

Pregunta 16

El índice de discriminación de esta pregunta fue bajo mostrando que la mayoría de los candidatos no fueron conscientes de que si un cuerpo se encuentra en equilibrio bajo la acción de tres fuerzas, entonces las líneas de acción de esas fuerzas deben cortarse en un punto.

Pregunta 29

El distractor más corriente entre los candidatos más flojos fue C, mostrando que aceptan automáticamente que un voltímetro tiene resistencia infinita y no lo ven como una parte integrante del circuito que está siendo monitorizado.

Pregunta 31

Los candidatos no se dieron cuenta de que las líneas equipotenciales pueden emplearse para indicar cambios en el módulo del campo, así como en su dirección y sentido.

Pregunta 32

Esta fue una pregunta difícil a pesar de que el índice de discriminación resultó elevado. Al igual que con todas las preguntas, debería prestarse mucha atención cuando se lee el enunciado – muchos

candidatos supusieron que R era la densidad de flujo magnético en vez del *ritmo de cambio del flujo magnético*.

Pregunta 33

A pesar de que la palabra *media* estaba resaltada, muchos candidatos eligieron la respuesta D, indicando con ello que no habían leído cuidadosamente la pregunta.

Pregunta 35

La mayoría de los candidatos no fueron capaces de responder a esta pregunta, aunque tuvo un buen índice de discriminación. Esto podría sugerir que los candidatos más flojos respondieron “por automatismo” y no habían leído la pregunta con suficiente atención como para constatar que la unidad necesaria era el *electronvoltio*.

Pregunta 38

La pregunta resultó difícil para la mayoría de los candidatos. Quizás no leyeron la pregunta con suficiente atención como para darse cuenta de que el fotón había sido *absorbido* y no *emitido*.

Prueba 2: Niveles superior y medio

Bandas de calificación del componente

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-11	12-23	24-35	36-45	46-55	56-65	66-95

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-6	7-13	14-18	19-24	25-29	30-35	36-50

Comentarios generales

Los impresos G2 sugerían que la prueba de Nivel Medio se consideró de un nivel similar a la de años anteriores, pero unos pocos profesores pensaban que la de Nivel Superior fue un poco más difícil. La mayoría de los profesores consideró que tanto la cobertura del programa como la claridad y la presentación fueron o satisfactorias o buenas.

Áreas del programa que presentaron dificultades a los candidatos

- Los candidatos no prestan demasiada atención a los verbos de acción descritos en la guía del programa.
- Los candidatos tuvieron dificultades al tratar las fuerzas y al usar la trigonometría para resolver problemas de equilibrio mecánico.
- Los candidatos fueron cuidadosos al dibujar líneas de campo y superficies equipotenciales.
- Los candidatos tienen dificultades con las definiciones en general y, particularmente, con las relacionadas con los campos y potenciales gravitatorio y eléctrico. Sin embargo, este es un problema general y no específico de un área temática concreta. Los candidatos pierden

demasiados puntos debido a las redacciones demasiado pobres de las definiciones y/o leyes. A menudo, sus respuestas carecen de precisión y están redactadas en un lenguaje no científico. Un conocimiento comprensivo de tales definiciones resulta esencial ya que proporciona la base de una comprensión de los conceptos que definen y, por tanto, necesitan ser precisas

- Los candidatos necesitan darse cuenta de que la respuesta numérica final correspondiente a un cálculo debe darse con un número de cifras significativas consistente con los datos proporcionados. En este examen hubo alguna mejora al respecto.
- Debe animarse a los candidatos a que resuman claramente el método empleado en sus cálculos. Si el método no está claro, o si no se indica, y la respuesta final es incorrecta, no pueden conseguirse los “puntos por error arrastrado - ECF”.

Áreas del programa y del examen en las que los candidatos se muestran bien preparados

Hubo algunas muy buenas respuestas a preguntas de Mecánica, Electricidad y Ondas. La omisión de unidades y los errores con las cifras significativas no constituyeron tanto problema como en años anteriores.

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

Sección A

A1 (NS y NM)

Análisis de Datos.

- a) La gran mayoría de los candidatos respondió bien a esta pregunta. Unos pocos se equivocaron dibujando la curva correspondiente a una ley de la inversa del cuadrado, presumiblemente porque no se dieron cuenta de que la variable sobre el eje x no era r .
- b) (i) Esta parte fue generalmente bien respondida y las mayoría de los candidatos dibujaron una línea recta que no pasaba por el origen. Fue gratificante advertir que la mayoría utilizó una regla para trazar la línea recta.
 - (ii) Muchos candidatos proporcionaron descripciones generales de los errores aleatorios y sistemáticos, sin relacionarlos con la gráfica en cuestión.
 - (iii) La inmensa mayoría de los candidatos fue capaz de identificar un triángulo razonablemente grande con el que calcular la pendiente, pero no incluyeron las potencias de diez que aparecían en los ejes y calcularon un valor incorrecto para la pendiente.
 - (iv) Hubo muchos errores al escribir $2q$ en lugar de q^2 . Sin embargo, muchos candidatos lograron relacionar la pendiente con kq^2 .
- c) **Sólo NS** Muchos candidatos no tomaron logaritmos correctamente en la ecuación, con el objeto de mostrar que el valor del exponente de r se obtiene a partir del gradiente. Debe advertirse que el símbolo “lg” es el símbolo estándar para un logaritmo en base 10, lo mismo que “ln” lo es para un logaritmo en base e .

A2 (NS y NM)

Globo despegando

- a) Ha sido sorprendente comprobar que muchos candidatos no se daban cuenta de que la fuerza neta sobre un globo estacionario debe ser cero.

- b) Este apartado se respondió también pobremente, señalando la necesidad de una mejor en la práctica con problemas de mecánica que involucren determinar fuerzas. Hubo muchas respuestas confusas en las que se mezclaban senos y cosenos de diferentes ángulos.
- c) La mayoría de los candidatos logró algunos puntos como resultado del error arrastrado adelante, pero en realidad muy pocos pudieron sustituir el valor correcto de la fuerza aceleradora.
- d) En general, este apartado se respondió bien y la mayoría de los candidatos indicaron que la fuerza de rozamiento debería aumentar.

A3 (Sólo NM)

Campos eléctricos

Una vez más, la definición de campo eléctrico supuso una dificultad para la mayoría de los candidatos. El trazado de las líneas de campo eléctrico se hizo en general bien, pero muchos candidatos mostraron falta de cuidado en sus diagramas.

A3 (Sólo NS)

Energía de enlace

- a) Esta sencilla definición resultó fuera del alcance de muchos candidatos, que recurrieron a afirmaciones muy vagas, tales como “partículas de un núcleo”.
- b) Raramente se encontró una definición precisa de energía de enlace. Hubo muchas afirmaciones vagas e inaceptables tales como “la energía necesaria para mantener unido un núcleo”.
- c) Muchos candidatos fueron capaces de identificar las regiones en las que tienen lugar la fusión y la fisión, pero pocos pudieron explicar por qué se libera energía indicando la alta energía de enlace de los productos. Debería quedar claro que el factor determinante es la energía de enlace, no la energía de enlace por nucleón.
- d) Muchos candidatos hicieron bien este apartado. Unos pocos olvidaron el neutrino en (i). Un buen número de candidatos lograron obtener la respuesta correcta de (ii) sin usar en realidad los moles. Muchos calcularon las masas de los núcleos sumando las masas de los protones y los neutrones – fue un método tedioso, pero les proporcionó la respuesta. En el apartado (iii) resultó claro que muchos candidatos no conocían aún que la actividad inicial de la muestra está dada por λN_0 . Esta debería ser una sencilla aplicación de la diferenciación simple con la que los candidatos tendrían que estar familiarizados (e incidentalmente, una aplicación del cálculo en física).

Sección B

B1

Parte 1 (NS y NM)

Circuito eléctrico

- a) La mayoría respondió bien.
- b) En (i), muchos candidatos identificaron la alta resistencia del voltímetro como la causa de que la bombilla no luciera, pero pocos dieron el paso siguiente y dedujeron que la corriente en el circuito debería ser próxima a cero. De manera similar, en (ii), muchos indicaron correctamente que la lectura del voltímetro debería ser 3,0 V, pero pocos fueron capaces de explicar porqué.
- c) Un decepcionante gran número de candidatos no fueron capaces de disponer correctamente los medidores en el circuito. Resulta claro que el circuito divisor de potencial aún causa problemas a muchos candidatos.

- d) Muchos hicieron correctamente este apartado y una proporción razonable trazó una línea recta.
- e) La mayoría hizo referencia al comportamiento no óhmico, pero pocos mencionaron el aumento de la resistencia con la temperatura.

Parte 2 (NS y NM B2 Parte 1)

La física de la refrigeración

- a) Muchas de las definiciones dadas constan de frases correctas, pero no siempre guardan un orden lógico y coherente. La temperatura es proporcional a, o es una medida de, la energía cinética media de las moléculas de una sustancia, pero *no es* la energía cinética media de las moléculas. De hecho, el término “molécula” rara vez aparece en las respuestas de los candidatos.
- b) Muchísimos continuaron el gráfico con una línea recta en tanto que lo requerido era una curva. Los candidatos deben darse cuenta de que el término “línea” no significa necesariamente línea “recta”.
- c) La pregunta se basaba en el hecho de que en ambos casos, (i) e (ii), la sustancia estaba perdiendo energía térmica. En (i), el ritmo de pérdida de energía térmica se debía principalmente a una gran diferencia de temperatura entre la sustancia y los alrededores. En (ii), tenía lugar un cambio de fase y se perdía energía térmica a pesar de que la temperatura permanecía constante. La mayoría de las respuestas carecían de suficiente detalle.
- d) En general se hizo bien y muchos candidatos calcularon un valor aceptable para el gradiente de temperatura, aunque en ocasiones se determinara la media en vez del gradiente instantáneo.

B2 (Sólo NS)

Parte 1 Campos y potencial

- a) Una vez más, la definición de potencial eléctrico resultó difícil. Se omitió el concepto de razón entre el trabajo y la carga, así como el hecho de que la definición involucra una carga de prueba positiva.
- b) (i) No se esperaban círculos perfectos, pero es necesario algo más de cuidado en los dibujos. En algunos casos, el “círculo” resultaba indistinguible de una elipse, y en otros los círculos quedaban sin cerrar, no porque ese fuera el propósito de los candidatos sino porque no ponían suficiente cuidado. En (ii), muchos no se dieron cuenta de que la curva debía pasar por el punto (0,5, 3) puesto que representaron un gráfico $\frac{1}{r+R}$. A pesar de que estaba en negrita, algunos no prestaron atención al hecho de que la distancia se medía desde la superficie de la esfera. Unos cuantos candidatos parecían saber que el campo eléctrico se relaciona con el gradiente de potencial, pero pocos pudieron decir con precisión en qué punto se debía calcular el gradiente.
- c) Bien hecho, en general.
- d) Bien hecho, en general.
- e) Bien hecho, en general.
- f) Bien hecho, en general.
- g) Las respuestas fueron vagas y, frecuentemente, los candidatos cayeron en la trampa de decir que el astronauta está tan lejos que la fuerza gravitatoria sobre él/ella es despreciable. Muchos reconocieron correctamente que el satélite y al astronauta estaban en caída libre, pero no concluyeron que cualquier fuerza de reacción entre el satélite y el astronauta debía ser cero.

- h) La mayoría se dio cuenta de que ambos variaban con $\frac{1}{r}$, pero pocos llegaron a decir que el potencial gravitatorio aumenta con la distancia, mientras que el eléctrico disminuye.

Parte 2 (Sólo NS)

Expansión de un gas

En general, esta pregunta se respondió bien. La mayoría pudo calcular la presión en (a) y muchos se dieron cuenta de que el trabajo realizado venía representado por el área bajo la curva. Unos pocos pensaron que el área a considerar era solamente el correspondiente a la sección triangular y no el área completa bajo el eje de volúmenes. La mayoría no trazó bien el gráfico que mostraba la variación de la presión con el volumen. El único apartado difícil de la pregunta fue la explicación del porqué se realizará menos trabajo en una expansión adiabática. Muy pocos candidatos pudieron utilizar el hecho de que la curva adiabática que pasaba por el punto inicial sería más inclinada que la correspondiente isoterma y, por tanto, encerraría menos área. Muchos emplearon la primera ley de la termodinámica, pero sin demasiado éxito. Otros se limitaron a definir lo que es un proceso adiabático cuando, claramente, no era eso lo que se pedía.

B2 (Sólo NM)

Parte 2

Los apartados (a) – (c) coincidían con los (a) – (c) de A3 (NS).

La mayoría de los candidatos fue capaz de responder a los restantes apartados – (d) y (e) – de manera totalmente satisfactoria.

B3

Parte 1 (NM y NS)

Ondas estacionarias

Esta pregunta ha resultado ser muy impopular tanto en NM como en NS.

- a) En general se hizo bien, pero muchos candidatos no tenían claro que, para una onda estacionaria, la amplitud es variable en cada bucle entre nodos.
- b) Se respondió muy bien, salvo el apartado (iii) en el que los candidatos tuvieron muchas dificultades para explicar claramente sus respuestas.

(Sólo NS)

Las ondas de De Broglie y el átomo de hidrógeno

Las restantes preguntas fueron respondidas muy pobremente

- a) En (i), los estudiantes describieron muy vagamente las ondas de De Broglie y muy pocos hicieron referencia a la probabilidad. La mayoría fue capaz de deducir correctamente la fórmula para la longitud de onda pedida en (ii), pero raramente pudo describir un experimento que apoyara la hipótesis de De Broglie. Se mencionaron una multitud de experimentos, incluyendo la producción de rayos X, el experimento de la doble rendija de Young y el efecto fotoeléctrico. De entre los que se refirieron a un experimento de difracción de electrones, muchos no pudieron concluir su discusión con la afirmación de que el experimento realmente mide una longitud de onda para el electrón, que está de acuerdo con la fórmula de De Broglie.
- b) La mayoría de las respuestas fueron aceptables.
- c) Frecuentemente, las respuestas fueron confusas y contradictorias. Se obtuvieron algunos puntos como consecuencia del error arrastrado adelante. La mayoría no supo utilizar la conservación de la energía en sus respuestas.

Parte 2 (Sólo NM)

Momento lineal

- a) Muchos candidatos pudieron definir correctamente el momento lineal y el impulso.
- b) La mayoría sabía que ambas son cantidades vectoriales, pero pocos pudieron explicar por qué, haciendo referencia, por ejemplo, a la naturaleza vectorial de la velocidad.
- c) Las respuestas a este apartado fueron o excelentes (de los candidatos más capaces que, obviamente, habían practicado con ello previamente) o muy pobres. Estaba claro que muchísimos candidatos nunca intentaron leer lo que es una demostración habitual en prácticamente todos los libros de texto disponibles. Muchos candidatos no se dieron cuenta de la importancia de la tercera ley de Newton en la “demostración” de la conservación del momento lineal.
- d) En el apartado (i), muchos candidatos cometieron el error muy corriente de olvidar el signo delante del momento y, en consecuencia, llegaron a una respuesta incorrecta. Sin embargo, el error arrastrado adelante les permitió obtener algún punto en (ii). En el apartado (iii), muchas respuestas estaban basadas en la suposición de que la bola de acero ejercería una fuerza superior (que era precisamente lo que la pregunta planteaba). Pocos pudieron explicar este aumento en la fuerza, reconociéndolo, por ejemplo, en un tiempo de contacto inferior.

B4 (Sólo NS)

Parte 1

Propiedades de las ondas sonoras

- a) La mayoría de los candidatos respondió correctamente este apartado. Un error corriente fue no dividir entre 2 ya que la onda recorre dos veces el camino en el tiempo dado. Unos cuantos candidatos no transformaron milisegundos en segundos antes de calcular la distancia.
- b) En este apartado hubo variedad de respuestas. Como en otras preguntas, los diagramas no se trazaron con cuidado y atención al detalle. Muchos parecían que indicaban ideas correctas pero los diagramas no resultaban adecuados al significado apuntado. Con frecuencia, la separación de los frentes de onda no se mostraba como constante, a pesar de que, indudablemente, los candidatos no creían que la longitud de onda cambiara. La región de sombra geométrica situada inmediatamente detrás del obstáculo no se mostró claramente y en muchos casos los frentes de onda tras el obstáculo se mostraban superpuestos. En el apartado (ii), la mayoría se dio cuenta de que la longitud de onda del sonido de frecuencia 60 kHz sería pequeña, pero esto no se relacionó con la longitud de un pez grande típico para indicar que la difracción sería despreciable.
- c) Las definiciones del efecto Doppler no estaban claras y muchos sencillamente recurrieron a ejemplos de dicho efecto, tales como las sirenas de la policía en las carreteras. Pocos pudieron señalar un cambio aparente en la frecuencia de la fuente debido al movimiento relativo entre fuente y observador. Muchos respondieron en términos de un cambio en la longitud de onda, lo cual es incorrecto ya que la longitud de onda no cambia en absoluto. El apartado (ii) era un cálculo típico sobre el efecto Doppler. A pesar de ello, muy pocos candidatos lograron obtener la respuesta correcta. La inmensa mayoría de los candidatos anotó la fórmula del efecto Doppler (con ambos signos) y no fue más allá. ¡Se obtuvo un amplio rango de rapidezces! La pregunta pedía una estimación y, por tanto, era legítimo aceptar que la frecuencia de la fuente fuera la media de 410 Hz y 490 Hz, i.e. 450 Hz. Sin embargo, los pocos que utilizaron esta frecuencia no dieron justificación de ello. El procedimiento correcto para resolver el problema es plantear dos ecuaciones – una cuando la fuente se aproxima y otra cuando se aleja – y, a continuación, buscar el cociente.

Parte 2 (NS y B1 Parte 2 NM)

Cinemática

- a) La mayoría respondió bien, a pesar de que muchos utilizaron términos tales como “sistemas cerrados” o “sistemas aislados”, sin tomar la precaución de definir el significado de dichos términos.
- b) Muy pocos fueron capaces de reconocer en la energía química del combustible del avión la fuente de energía del avión. Muchas respuestas decían, tan sólo, que el avión ganaba energía cinética. Los candidatos deberían discutir las transformaciones de energía con el apropiado nivel académico.
- c) Sin comentario.
- d) Una pequeña proporción de los estudiantes pensó que la dirección y sentido de la fuerza resultante sobre el avión debería estar dirigida hacia el centro de la circunferencia.

(Sólo NS)

- e) Se respondió razonablemente bien, utilizando las ecuaciones de la cinemática o la conservación de la energía. Sin embargo, muchos no fueron capaces de calcular el ángulo. En el apartado (ii), sólo una pequeña fracción de candidatos pudo predecir correctamente que la resistencia del aire haría que el vector velocidad fuese más vertical. Inicialmente, la rapidez vertical es pequeña e irá creciendo a un ritmo constante. La componente horizontal se reducirá a cero.

Recomendaciones y orientación que los profesores deben proporcionar a los futuros candidatos

Algunos de los comentarios siguientes son un resumen de lo comentado anteriormente.

Los candidatos deberían tener presente el número de puntos adjudicados a cada apartado o subapartado, cuando se planteen el nivel de detalle al que deben llegar en cada respuesta. Respuestas de sólo una frase son normalmente inadecuadas cuando se han adjudicado varios puntos. Además, debería prestarse atención a los verbos de acción, tal y como están enumerados en la Guía. En particular, cuando se pregunta a los candidatos que “indiquen y expliquen” o “sugieran”, una simple frase con la conclusión, o un argumento erróneo, conduce a no obtener puntuación. Además, un argumento falaz que conduzca a la conclusión correcta no se puntúa.

Cuando se definen magnitudes y términos, resultan inaceptables los comentarios generales y el lenguaje no científico. Las definiciones, por su propia naturaleza, son precisas. Debería animarse a los estudiantes a desarrollar un conocimiento minucioso de los resultados estándar, las explicaciones, las demostraciones y la descripción de los fenómenos. Sin este minucioso conocimiento, la comprensión se puede ver perjudicada hasta tal punto que la “aplicación” y la “ampliación” del objeto de estudio se vea altamente limitada.

Tras haber completado cualquier cálculo, los candidatos deberían considerar si la respuesta es realista, así como darla, junto a sus unidades, con un número apropiado de cifras significativas. Las respuestas que son incorrectas en varias potencias de diez no son infrecuentes y resultan fáciles de corregir, puesto que frecuentemente se originan por el uso de unidades incorrectas (e.g. sustitución de ms por s).

Cuando se empleen datos procedentes de un gráfico, los candidatos deben tomar la precaución de comprobar las unidades sobre los ejes. A menudo una cierta cantidad, por ejemplo el volumen, está representada en unidades de 10^{-3} m^3 y la potencia de 10 debe tenerse presente en cualquier cálculo posterior.

Cuando se dibujan diagramas y gráficos, éstos deberían mostrar las características relevantes más importantes, e.g. el espaciado de los frentes de onda o las líneas rectas. Al dibujar las líneas de campo que rodean a una esfera cargada, las líneas deben mostrarse uniformemente espaciadas y en ángulo recto con la esfera. Se debe utilizar una regla cuando lo esperable sea una línea recta. Cuando dibujan un gráfico, muchos candidatos intentan dibujar a mano alzada cualquier línea utilizando un bolígrafo. El resultado es que cualquier error no puede corregirse.

Prueba 3: Niveles superior y medio

Bandas de calificación del componente

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-6	7-13	14-19	20-25	26-32	33-38	39-60

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-4	5-8	9-12	13-16	17-21	22-25	26-40

Comentarios generales

Los examinadores encontraron que, en general, los candidatos no alcanzaron tan altas calificaciones como en noviembre de 2004. Ello se debió, en parte, a que había pocos estudiantes verdaderamente capaces. Sin embargo, hubo muchos más elementos perturbadores. Algunas preguntas involucraban partes del programa que no habían sido propuestas previamente. Claramente, los candidatos no estaban preparados para tales preguntas y habían confiado en la creencia de que es suficiente estudiar únicamente los contenidos de exámenes anteriores. En cada Opción había apartados de preguntas que podrían describirse como de prueba de conocimientos. Resulta decepcionante observar que muchos candidatos no llegan a obtener un número significativo de puntos por lo que únicamente puede describirse como física sencilla.

En general, los candidatos parecieron distribuir su tiempo apropiadamente y no hubo evidencia de que se vieran perjudicados por falta de tiempo. Sin embargo, algunos candidatos, como en años anteriores, no prestaron atención al espacio disponible para responder apartados concretos de cada pregunta o a los puntos que podían obtener. En consecuencia, a veces daban respuestas innecesariamente largas a preguntas que valían un punto y respuestas muy breves a preguntas que valían varios puntos.

La mayoría de los candidatos mostraron los pasos de sus cálculos y, así, fue posible que se beneficiaran de los puntos debidos al “error arrastrado adelante”, así como de los puntos que se conceden por respuestas parcialmente correctas.

Nivel medio

- alrededor del 64% de los impresos G2 indicaban que la prueba era de un nivel de dificultad similar al del año pasado, el 18% un poco más fácil y el 18% un poco más difícil. Sin embargo, globalmente, el 71% consideró que el examen tenía un nivel de dificultad apropiado y un 29% que era demasiado difícil.
- el 91% encontró 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% encontró que la presentación era o satisfactoria o buena.

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

Nivel superior

- el 82% encontró que la prueba era de un nivel de dificultad similar al del año pasado y un 18% un poco más difícil. Sin embargo, globalmente, el 87% consideró que el examen tenía un nivel de dificultad apropiado y sólo un 13% que era más difícil.
- el 100% encontró la cobertura del programa satisfactoria o buena.
- el 93% encontró la claridad de la redacción satisfactoria o buena.
- el 100% encontró la presentación satisfactoria o buena.

Como en años anteriores, las opciones más respondidas fueron H (Óptica), F (Astrofísica) y G (Relatividad).

Áreas del programa que han presentado dificultades a los candidatos

- 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 cantidades físicas y en las descripciones de fenómenos. Las definiciones estaban pobremente expresadas, resultando incompletas e imprecisas, o eran claramente incorrectas.
- Como en exámenes anteriores, muchos candidatos mostraron insuficiencias al dibujar los diagramas de rayos. Se debería animar a los candidatos a que utilicen reglas para dibujar los rayos.

Áreas del programa y del examen en las que los candidatos se muestran bien preparados

La impresión general de los examinadores fue que no existía ningún área que destacara sobre las demás. Los candidatos no parecían estar bien preparados, ni haber pasado suficiente tiempo estudiando las Opciones, como para lograr una comprensión de los conceptos subyacentes.

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

Sólo NM

Opción A – Ampliación de mecánica

Pregunta 1 Movimiento de un proyectil

En (a), hubo algunas respuestas correctas. Sin embargo, fue habitual encontrar que los candidatos pensaban que habría una aceleración horizontal o expresaban la aceleración en la unidad m s^{-1} . Los apartados (b) y (c), fueron generalmente bien respondidos y los candidatos sustituyeron los datos en fórmulas bien conocidas.

Pregunta 2 Gravitación

En el apartado (a), muchos candidatos fueron incapaces de proporcionar algo que se pareciese a una definición correcta. Frecuentemente, no se consideró el trabajo realizado sobre la unidad de masa. Hubo muy pocos que mencionaran el movimiento de la masa desde el infinito hasta el punto. En consecuencia, las respuestas al apartado (a)(ii) raramente lograron algún punto. Los candidatos

deberían darse cuenta de que los valores negativos son una consecuencia del carácter atractivo de la fuerza entre masas. En (b), hubo algunas respuestas buenas, basadas en la determinación de los valores de la intensidad de campo en P debidos a cada masa. Algunos candidatos determinaron únicamente un valor y simplemente indicaron que era pequeño. Aquellos candidatos que igualaron la energía cinética a la energía potencial gravitatoria encontraron una pequeña dificultad en (b)(ii). Sin embargo, muchos intentaron utilizar la fórmula para la velocidad de escape de la superficie de un planeta aislado.

Pregunta 3 Equilibrio

Resultó corriente encontrar que el sentido de la fuerza en P debida a la barra era el contrario o no se situaba a lo largo de la barra. En consecuencia, en el apartado (b), se dio una confusión generalizada. Se debería animar a los candidatos a resolver tales problemas descomponiendo en dos direcciones perpendiculares entre sí. Por el contrario, muchos anotaron una especie de ecuación única que no explicaron y que era incorrecta.

Opción B – Física cuántica y física nuclear

Pregunta 1 Dualidad onda-partícula

La mayoría de las respuestas hacían referencia a la ecuación pertinente, pero frecuentemente no se explicaron los símbolos ni se dieron otras explicaciones. Un problema común en los cálculos estaba asociado a la determinación del momento a partir de la energía cinética. Algunos candidatos sustituyeron en la fórmula pertinente la energía cinética en vez del momento.

Pregunta 2

Se había preguntado a los candidatos la descripción de *cómo se podía obtener el espectro*, por ejemplo, utilizando una red de difracción o un prisma. En muchas de sus respuestas, los candidatos parecían no haber leído la pregunta y describieron los cambios de energía asociados con un espectro de líneas. En (b), hubo algunas respuestas muy buenas. Por otro lado, y a pesar de que se daba la energía del fotón, muchos no fueron capaces de identificar, en (c), el nivel de energía asociado con este cambio.

Pregunta 3 Desintegración radiactiva

La mayoría de las respuestas indicaban que los candidatos habían constatado que debían usar la curva R en (a). La mayoría dio el valor numérico correcto de la constante de desintegración, pero fue muy frecuente encontrar que no se indicaba la unidad. En el apartado (b), muy pocos candidatos se dieron cuenta de que, como máximo, el ritmo de formación del hijo D debería ser igual a su ritmo de desintegración. El apartado (c) se refería a la interpretación de las gráficas. Sin embargo, muy pocos reconocieron que S y D cambiaban muy poco con el tiempo al cabo del intervalo de tiempo indicado.

Pregunta 4 Desintegración del neutrón

La pregunta comprobaba los conocimientos en el contexto de la desintegración del neutrón. Algunos candidatos, de manera completamente clara, habían tratado los conocimientos necesarios y consecuentemente lograron todos los puntos. Otros, de manera evidente, no habían estudiado tal tema.

Opción C – Ampliación de energía

Pregunta 1 Gas ideal

El apartado (a) debiera de haber sido muy fácil. Sin embargo, a partir de las respuestas dadas estaba claro que los candidatos no habían estudiado la demostración, tal y como está indicado en el programa. Este tipo de preguntas debería proporcionar puntos fácilmente. En el apartado (b), hubo algunas respuestas muy competentes. Por el contrario, muchos candidatos tenían una ligera apreciación de la situación o no la tenían en absoluto.

Pregunta 2 Ciclo de Carnot

Aunque la mayoría de las respuestas relativas al significado de un cambio adiabático fueron aceptables, muy pocos supieron describir cómo se puede llevar a cabo un tal cambio en la práctica. Por lo general, el apartado (b) se respondió correctamente. En (c), hubo la confusión habitual entre las escalas Celsius y kelvin. En el apartado (d), los candidatos deberían saber que, a este nivel, no basta con citar sencillamente el “rozamiento”. Por ejemplo, debería haberse clarificado la localización de las fuerzas de rozamiento.

Pregunta 3 Turbina eólica

A aquellos que estudiaron esta Opción detenidamente, el apartado (a) les aportó puntos fácilmente. Sin embargo, muchas respuestas indicaban un total desconocimiento de la situación. En el apartado (b), un error corriente fue considerar la longitud de una pala como el diámetro, en vez del radio, del área A . Sin embargo, hubo algunas respuestas correctas. Los candidatos más flojos ignoraron frecuentemente la energía del aire después de que hubiera pasado por la turbina.

NM y NS

Opción D – Física biomédica

Pregunta 1 Figura y forma

Aparentemente, muchos candidatos habían practicado con preguntas relativas a escalas. En consecuencia, a pesar de que se había dicho que la pregunta se refería a figura y forma, intentaron responder en términos de escalas. Hubo una minoría que hizo referencia a la forma del ala. Hubo una clara constatación de que la forma afecta a la elevación y a la resistencia al avance, tanto a altas como a bajas velocidades.

Pregunta 2 El oído

Se orientó a los candidatos en los apartados (a) y (b), y muchos lograron alta puntuación. Sin embargo, muy pocos fueron capaces de interpretar la ecuación (b)(ii) para llegar a alguna conclusión respecto a la función de los osículos. La mayoría consideró que los osículos se limitaban a “transmitir las vibraciones”.

Pregunta 3 Rayos X

En el apartado (a), la falta de precisión y detalle fue particularmente evidente al esquematizar el gráfico. Muchos candidatos fueron capaces de citar una fórmula pertinente pero pocos explicaron los símbolos satisfactoriamente. Frecuentemente, las definiciones de espesor hemirreductor carecían de precisión. Es necesario hacer una referencia a la intensidad, en vez de indicar meramente que “reduce el haz de rayos X a la mitad”. Las respuestas al apartado (b) raramente lograron la totalidad de los puntos, ya que no hacían referencia a los coeficientes de atenuación, como era esperable. Se debería haber incluido la diferencia entre los coeficientes, que llevara a una explicación del porqué el *perfil* del órgano debería aparecer claramente.

ANS

Pregunta 4 Brazo humano

La mayoría de los candidatos fue capaz de dar una definición adecuada de centro de gravedad. Sin embargo, un número significativo no mostró G en ningún lugar cercano al punto central de AB. Hubo algunas respuestas satisfactorias a (c), pero los candidatos más flojos no se dieron cuenta de que tenían que considerar el efecto de rotación de las fuerzas.

Frecuentemente, la explicación de los cálculos en (d) fue inadecuada o totalmente omitida. Los candidatos deberían darse cuenta de que la explicación es importante, en particular cuando la

respuesta final es incorrecta. Es únicamente como resultado de una tal explicación que se pueden obtener puntos por haber procedido correctamente. Hubo algunas buenas sugerencias, en el apartado (e), en relación con las distancias relativas que deberían moverse la carga y el esfuerzo.

Pregunta 5 Daño por radiación

Las respuestas fueron decepcionantes en el sentido de que la mayoría centró los efectos de daño por radiación en la inducción de cánceres, etc. Se esperaba que los candidatos incluyeran la ionización y el modo en que ésta puede originar efectos directos e indirectos sobre macromoléculas vitales en las células.

Opción E – Historia y desarrollo de la física

Pregunta 1 Movimiento retrógrado

La mayoría de las respuestas contenían un diagrama de las trayectorias, pero frecuentemente sin etiquetar. En consecuencia, los diagramas tenían poco significado. Las explicaciones en (b) y (c) fueron usualmente adecuadas.

Pregunta 2 Teoría del calórico

En el apartado (a), el subapartado (i) fue normalmente bien explicado en términos de movimiento desde altas a bajas temperaturas. Sin embargo, en (ii), muy pocos pudieron explicar el calor latente en términos de combinación con partículas y hacerse así inactivo para aumentar la temperatura. El apartado (b) presentó muy pocos problemas.

Pregunta 3 Electricidad y magnetismo

Se podría dividir a los candidatos en dos grupos. El primero, formado por aquellos que habían aprendido el tema y que, en general, puntuaron bien. El segundo grupo obtuvo muy pocos puntos y, por sus respuestas, su estudio del tema nada no se había hecho con el nivel adecuado.

ANS

Pregunta 4 Conceptos cuánticos

En (a) y (b), muchos parecían comprender los principios generales involucrados, pero no alcanzaron el adecuado nivel de detalle en sus descripciones. En general, las preguntas a las que se asignan tres puntos no pueden responderse con una única frase.

Opción F – Astrofísica

Pregunta 1 Sistema solar

El apartado (a) presentó pocos problemas. Sin embargo, en (b), muchos no distinguieron entre los planetas mismos y sus órbitas. En (c), muchos candidatos perdieron puntos por no leer la pregunta, y por describir las características de un cometa en vez de las de su órbita.

Pregunta 2 Espectros estelares

Esta fue otra pregunta en la que los candidatos bien preparados puntuaron alto. Desafortunadamente, hubo muchas puntuaciones bajas.

Pregunta 3 Magnitud estelar y brillo

Los apartados (a) y (b) deberían haber presentado muy pocos problemas. Sin embargo, un número significativo de candidatos no dio definiciones adecuadas que se basaran en los conocimientos que presenta un libro de texto estándar. En (c), los candidatos más flojos hicieron poco más que

parafrasear la pregunta. Se esperaba que empezaran por indicar que una magnitud aparente 1 es 100 veces más brillante que una magnitud aparente 6 y, a continuación, deducir el valor 2,5.

En (d), algunos citaron una expresión que relacionaba las magnitudes aparente y absoluta. Naturalmente, lograron todos los puntos por una respuesta correcta. Sin embargo, los candidatos podían calcular el cambio en la magnitud como resultado de una traslación de 14 pc a 10 pc. De ahí la magnitud absoluta.

ANS

Pregunta 4 Estrellas

Como en la pregunta 2, los candidatos bien preparados sacaron beneficio de esta sencilla pregunta.

Pregunta 5 Astrofísica extragaláctica

En general, los apartados (a) y (b) se respondieron bien. Sin embargo, se debe animar a los candidatos a que expliquen los símbolos siempre que escriban una fórmula. El apartado (c) fue decepcionante. En vez de discutir por qué el procedimiento no resultaba aplicable, la mayoría prefirió mencionar brevemente un procedimiento adecuado.

Opción G - Relatividad

Pregunta 1 Relatividad especial

Los candidatos parecían ser conscientes de los dos postulados de la relatividad especial, pero habitualmente no especificaron que la velocidad de la luz en el vacío es constante. Muchos olvidaron también especificar que los sistemas de referencia involucrados son todos ellos inerciales.

En (c), la mayoría fue capaz de identificar correctamente los cambios apropiados. Sin embargo, los candidatos tendieron a indicar, sin demostrarlo, qué cambio esperaban encontrar en la densidad.

Pregunta 2 Desintegración del muón

Esta conocida pregunta, presentada en un contexto ligeramente diferente, fue respondida satisfactoriamente por los candidatos bien preparados. Los otros parecían tener una ligera noción de los conceptos básicos. En (c), las explicaciones frecuentemente quedaron desfiguradas al parafrasear la pregunta. Resulta poco valioso indicar que “la dilatación del tiempo es una dilatación del tiempo...”

Pregunta 3 Velocidad relativa

Se lograron puntos por la sustitución correcta en la fórmula apropiada, así como por la respuesta. Los candidatos más flojos que no llegaron a obtener la respuesta, se beneficiaron de las adecuadas explicaciones que dieron de lo que estaban realizando.

ANS

Pregunta 4 Relatividad general

Las respuestas fueron frecuentemente de alta calidad y resultaba evidente que los candidatos habían estudiado los trabajos más relevantes del libro de texto. Sin embargo, hubo un pequeño número de exámenes en los que los candidatos tenían una ligera idea de la situación o no tenían ninguna.

Pregunta 5 Momento lineal y energía relativistas

La mayoría de los candidatos citó correctamente la fórmula pertinente. Sin embargo, pocos lograron llegar a la respuesta correcta. El empleo de las unidades MeV y MeV c⁻¹ dio lugar a mucha confusión, y algunos intentaron convertirlas a J y a Ns.

Opción H – Óptica

Pregunta 1 Ondas electromagnéticas

En el apartado (a), hubo un error de traducción del inglés al español: “la naturaleza electromagnética” fue traducido como “la naturaleza ondulatoria”. Consecuentemente, el esquema de corrección se modificó para tener en cuenta ambos enfoques. En (b), muchas respuestas giraron alrededor de la idea de que la longitud de onda debería ser “pequeña” o la frecuencia “alta”. Muy pocos mencionaron la idea de que la frecuencia es independiente del medio por el que la onda se propaga.

Pregunta 2 Índice de refracción

Como siempre ocurre cuando se pregunta a los candidatos dibujar diagramas de rayos estándar, la mayoría de los intentos carecían de valor real. Tales diagramas deberían originar problemas mínimos. En (b), se calculó una distancia, pero muchos no dejaron suficientemente claro si dicha distancia estaba calculada desde la parte superior del bloque o desde la inferior. Se dieron muy pocas respuestas correctas a (c). Si se ha estudiado la demostración de la profundidad real/aparente, los candidatos deberían darse cuenta de que se acepta que $\tan \theta$ es igual a $\sin \theta$, y que ello es cierto sólo para ángulos pequeños.

Pregunta 3

Los apartados (a) y (b) presentaban muy poca dificultad. Sin embargo, muy pocos candidatos completaron satisfactoriamente los cálculos en (b)(ii). Las lentes actúan como una lente combinada y la imagen real producida por la lente convexa actúa como un objeto virtual para la lente cóncava. Así se pueden determinar los signos en la fórmula de las lentes. La mayoría de los candidatos no se dio cuenta de que la segunda lente era cóncava. En (d), muchos constataron que la separación entre las lentes era importante. Sin embargo, hubo confusión respecto a si aumentando la separación aumentaría o disminuiría la distancia focal de la combinación.

ANS

Pregunta 4 Criterio de Rayleigh

Muchos candidatos tenían alguna idea del criterio de Rayleigh pero sus respuestas carecían de precisión. Resultó corriente encontrar que se hacía referencia al solapamiento de los objetos, en vez de al de sus patrones de difracción.

En el apartado (b) se preguntaba a los candidatos que estimaran la distancia entre dos fuentes. Muchos utilizaron la ecuación $\theta \approx 1.22 \frac{\lambda}{b}$ y consiguieron igualarla a algún otro ángulo. Sin embargo, hubo un confusión considerable sobre qué distancias sustituir en la fórmula.

Pregunta 5 Interferencia

En (a), parecía haber demasiadas conjeturas por parte de los candidatos. Esto resultó evidente en (b). Fue sorprendente comprobar cuán pocas respuestas correctas hubo para un sencillo cálculo.

Recomendaciones y orientación que los profesores deben proporcionar a los futuros candidatos

Las recomendaciones del equipo de examinadores involucran las siguientes ideas:

- Los candidatos deberían estudiar la totalidad de cada Opción que sea pertinente y prepararse para responder preguntas de cualquier parte de esa Opción. Se deberían utilizar exámenes anteriores como indicación de la profundidad en los conocimientos y la comprensión requeridos, pero éstos no indican qué temas pueden o no ser objeto de examen.

- Los candidatos deben ser animados a desarrollar un sólido conocimiento de los principios fundamentales. Sólo entonces pueden esperar perfeccionar la comprensión de los conceptos subyacentes.
- Se debería animar a los candidatos a ser precisos en todo momento. Ayudaría a ello que su forma de trabajar en los exámenes fuese evaluada utilizando los mismos criterios que rigen en el examen final. Las definiciones que proporcionan alguna información sobre los conceptos, pero que no detallan ni precisan, no obtienen la totalidad de los puntos; frecuentemente, no obtienen ninguno.
- Los candidatos necesitan familiarizarse con los verbos de acción, tal y como están definidos en la guía del programa. Todas las preguntas del BI utilizan esos verbos, y el detalle requerido de la respuesta está especificado por el verbo de acción utilizado en la pregunta.
- Los candidatos deberían leer completamente las preguntas de la prueba antes de comenzar, no sólo para evaluar la variedad de las preguntas, sino también el número de apartados de cada pregunta y su nivel de dificultad.
- Los candidatos deberían leer cuidadosamente cada pregunta. Las repuestas deben estar centradas – no hay necesidad de escribir frases innecesariamente largas. Los estudiantes deben aprender a responder con precisión lo que las preguntas piden.
- Los candidatos deberían utilizar el número de puntos adjudicado a cada apartado de una pregunta como una guía aproximada del detalle requerido en sus respuestas.
- Debería animarse a los candidatos para que hicieran diagramas claros y bien etiquetados.