

FÍSICA (IBAP & IBAEM)

Bandas de calificación de la asignatura

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-14	15-26	27-37	38-48	49-58	59-69	70-100

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-16	17-27	28-38	39-49	50-59	60-70	71-100

Damos las gracias a todos los colegios y a todos los profesores que han hecho comentarios sobre preguntas concretas en los impresos G2. Se anima encarecidamente a los profesores para que envíen en dichos impresos G2 los comentarios sobre todos los componentes de la evaluación externa, pruebas 1, 2 y 3, NM y/o NS. Se pueden enviar en papel, vía IBNET o el CPEL. Esos comentarios proporcionan información valiosa para el equipo que realiza la Evaluación Final, en lo que se refiere a la determinación de las bandas de calificación.

Evaluación Interna

Bandas de calificación del componente

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

La mayoría de los colegios presentan programas prácticos de física de bachillerato que resultan equilibrados e imaginativos. Aunque la mecánica es tradicionalmente el tema más frecuente, se cubren muchas otras áreas incluidas las opciones. Surgen algunos problemas con el carácter apropiado de las investigaciones de cara a la evaluación cuando los colegios enseñan dos o más programas académicos a la vez. Cuando un experimento resulta apropiado para uno de los currículos, puede no serlo para los criterios de Evaluación Interna del grupo 4. Es preciso que los profesores presten atención a estos temas. Es preciso examinar minuciosamente las investigaciones estándar, con guiones, antes de utilizarlas para evaluar los criterios de Evaluación Interna. Muchos colegios tratan correctamente el análisis de errores con barras de incertidumbre sobre los gráficos. Esto ha mejorado en relación con años anteriores. En general, la mayoría de los colegios cumplen correctamente con los trámites administrativos. Muchos colegios siguen los ejemplos de investigaciones que aparecen en el CPEL.

Desempeño de los alumnos en cada uno de los criterios

Los dos criterios de planificación continúan siendo los más difíciles tanto para los estudiantes como para los profesores. Las mejores investigaciones de planificación (a) se plantean antes de que los

estudiantes hayan tratado la teoría relevante al caso. 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 de cada estudiante concreto. En general, es mejor no evaluar el proyecto del grupo ya que los estudiantes están trabajando en equipo.

A menudo la obtención de datos se hace muy bien. Con cierta frecuencia los estudiantes son conscientes de las incertidumbres. En física, todas las mediciones de datos brutos tienen una incertidumbre y ello necesita indicarse 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 explicar estos aspectos cuando se les evalúa la obtención de datos. Los esquemas de patrones de ondas de agua, o de limaduras de hierro originados por los imanes, no se consideran como obtención de datos.

El procesado y la presentación de datos no se hace tan bien como sería deseable. A menudo los estudiantes dicen lo que van a hacer con sus datos, pero lo que dicen no resulta apropiado para 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. A menudo no se explica un desplazamiento sistemático en la mejor línea recta.

El criterio de conclusión y evaluación resulta también 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 erróneo. Se precisa de más pensamiento crítico en cada aspecto del criterio CE.

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. Con frecuencia, la utilización de guiones de experimentos estándar 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 apropiados para evaluarlos según los criterios de EI.
- El BI 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.

Otros comentarios

La tendencia mayoritaria muestra una sensible mejoría en la administración y la evaluación del trabajo práctico. Es perceptible la influencia del CPEL, y ha mejorado el tratamiento de errores e incertidumbres.

Prueba 1

Bandas de calificación del componente

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-7	8-10	11-14	15-17	18-20	21-23	24-29

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-10	11-14	15-18	19-22	23-27	28-31	32-40

Comentarios generales

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 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 preguntas relativas a cada tema es proporcional al número de horas de enseñanza propuestas en la Guía para dicho tema. Sin embargo, no es posible reflejar todos los aspectos de cada uno de los temas, habida cuenta de que el número de preguntas de las pruebas de NM y NS está limitado.

El número de impresos G2 recibidos fue de 72 para NS y también de 72 para NM. Las respuestas indicaban que, en general, las pruebas de mayo de 2005 fueron bien recibidas. Aproximadamente, el 90% de los profesores de NS que hicieron comentarios sobre los exámenes (y el 94% de NM) consideraron que las preguntas eran de nivel apropiado, y un pequeño número de ellos pensaba que eran demasiado difíciles o demasiado fáciles. Con pocas excepciones, los profesores pensaron que las pruebas proporcionaban una buena cobertura del programa (94% de NS y 96% de NM). Sin embargo, no debería perderse de vista que la cobertura global debería juzgarse conjuntamente con la Prueba 2. Todos los profesores valoraron también como satisfactoria o buena la presentación de las Pruebas.

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	376	1046*	380	361	10	48.13	.39
2	189	3578	107	1514*	6	69.67	.36
3	982	-	779*	410	2	35.84	.08-
4	267	151	1612*	142	1	74.18	.39
5	994*	659	497	22	1	45.74	.60
6	1210*	271	647	44	1	55.68	.45
7	457	619*	532	563	2	28.48	.40
8	298	1087*	595	188	5	50.02	.35
9	194	542	1275*	161	1	58.67	.53
10	1537*	165	466	-	5	70.73	.20
11	466	294	273	1133*	7	52.13	.33
12	90	85	28	1967*	3	90.52	.16
13	170	1795*	197	10	1	82.60	.30
14	214	51	1797*	107	4	82.69	.30
15	125	260	613	1174*	1	54.02	.27
16	71	897	732	469*	4	21.58	.37
17	45	191	1337*	187	3	61.52	.39
18	583	686*	568	334	2	31.56	.50
19	830	135	1158*	46	4	53.29	.40
20	483*	462	1051	169	8	22.22	.17
21	754	225	1030*	156	8	47.39	.28
22							
23	395	666	664*	433	15	30.55	.19
24	795*	586	239	545	8	36.58	.46
25	110	1248*	697	109	9	57.43	.42
26	89	311	261	1505*	7	69.25	.51
27	427	131	86	1521*	8	69.99	.43
28	248	93	1760*	68	4	80.99	.39
29	1851*	103	106	109	4	85.18	.34
30	251	1138	484	290	10	52.36	.57

En la pregunta 3 las opciones B y C se consideraron válidas, al igual que en la pregunta 10 las opciones A y D.

La pregunta 22 fue excluida de la prueba.

Prueba 1 de NS Análisis de ítems

Pregunta	A	B	C	D	En blanco	Índice de dificultad	Índice de discriminación
1	375	1463*	467	376	8	54.40	.36
2	1283		851*	553	2	31.64	.14-
3	139	145	2248*	154	3	83.59	.24
4	202	742	1598*	143	4	59.42	.52
5	1770*	402	511	5	1	65.82	.53
6	303	1763*	412	208	3	65.56	.33
7	1930*	224	524		11	71.77	.27
8	473	245	226	1743*	2	64.81	.25
9	1751*	99	191	645	3	65.11	.42
10	45	1177*	322	1139	6	43.77	.56
11	256	56	2210*	164	3	82.18	.18
12	119	545	1823*	197	5	67.79	.49
13	302	1440*	512	426	9	53.55	.50
14	71	179	666	1770*	3	65.82	.27
15	57	856	676	1098*	2	40.83	.54
16	1618*	128	862	79	2	60.17	.25
17	2203*	122	59	304	1	81.92	.29
18	662	72	1922*	30	3	71.47	.40
19	1080*	459	1066	80	4	40.16	.43
20	172	1274*	729	506	8	47.37	.37
21	1011	1424*	164	88	2	52.95	.41
22	1093	971	83	541	1	36.11	.26
23	133	825	112	1615*	4	60.05	.29
24	122	269	1889*	395	14	70.24	.33
25	332	591	1198*	557	11	44.55	.33
26	1414*	708	193	369	5	52.58	.51
27	46	151	197	2292*	3	85.23	.28
28	150	316	318	189*	9	70.50	.51
29	306	190	1829	355	9	68.01	.40
30	1430*	519	383	348	9	53.17	.56
31	1105*	427	981	166	10	41.09	.60
32	81	56	2482	63	7	92.30	.15
33	396	491	297	1498*	7	55.70	.57
34	1603	391	371	311	13	59.61	.53
35	291	424	380	1586*	8	58.98	.54
36	253	1673*	369	381	13	62.21	.43
37	333	322	671	1354*	9	50.35	.40
38	179	836*	787	878	9	31.08	.42
39	705*	254	1230	486	14	26.21	.36
40	753	493	354	1076*	13	40.01	.51

En la pregunta 2 las opciones B y C se consideraron válidas, al igual que en la pregunta 7 las opciones A y D.

Comentarios sobre el análisis

Dificultad. Para los dos niveles, NS y NM, el índice de dificultad varía desde alrededor del 20% (preguntas relativamente “difíciles”), hasta algo más del 90% (preguntas relativamente “fáciles”).

Discriminación. Todas las preguntas menos una presentan un valor positivo para el índice de discriminación. Idealmente, el índice debiera ser superior a aproximadamente 0,2. Esto se alcanzó en la mayoría de las preguntas. Sin embargo, 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 o una pregunta con un alto índice de dificultad.

Respuesta ‘en blanco’. En ambas pruebas, el número de respuestas en blanco tiene tendencia a aumentar para los últimos ítems. Esto puede indicar que los candidatos no tuvieron suficiente tiempo para completar sus respuestas. 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.

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.

Deliberadamente se eligieron algunas preguntas fáciles y se diseñaron otras más exigentes para discriminar entre estudiantes con buenos conocimientos y habilidades. La estadística de ambas pruebas muestra una relación con muy buenos índices de discriminación.

Preguntas comunes NM y NS

P3 NM y P2 NS

El diagrama de la hoja de enunciados distribuida a los candidatos hace dudar de si la respuesta correcta es la B o la C. En consecuencia, se decidió admitir a ambas, B y C, como respuestas correctas. El contexto de la pregunta, el termómetro, no resulta relevante *per se* ya que la pregunta trata sobre la lectura de una escala. El tamaño y la claridad de la escala (con un amplio “intervalo” entre divisiones) es tal que las respuestas A y D no resultan aceptables en este caso. La regla de $\pm 1/2$ división de error no es satisfactoria en este contexto.

P10 NM y P7 NS

Se aceptaron como correctas las respuestas A y D.

Preguntas NM

P2

La información relevante aparece en el Cuadernillo de Datos. Sin embargo, el ítem puede justificarse en el ámbito de lo estadístico. El ítem tiene un alto índice de discriminación. El Cuadernillo de Datos está disponible para todos los candidatos y por lo tanto ningún grupo en particular se encontraba en desventaja.

P6

El distractor C pone de manifiesto un error conceptual muy común.

El ítem presenta un alto índice de discriminación, indicando un error muy corriente que también se ha puesto de manifiesto en la Prueba 2. Concretamente, los candidatos más flojos consideran la rapidez como si fuera sólo el valor positivo del gradiente de la gráfica s/t.

P7

Hubiera sido preferible utilizar el término “decrecer” en vez del de “disminuir”, aunque las estadísticas indican que los estudiantes no se vieron demasiado afectados por esta elección de términos. La mayoría de los candidatos más capaces eligieron la respuesta correcta mientras que los demás recurrieron a conjeturas.

P13

El alto nivel de éxito evidencia la buena preparación de los candidatos.

P15

La elección de opciones como B o C muestra errores conceptuales corrientes. Una de las ventajas de los ítems de opción múltiple es que puede comprobarse fácilmente el nivel de comprensión de los candidatos en lo que se refiere a definiciones.

P22

Algunos profesores indicaron que la segunda línea del enunciado sugería que la barra tocaba a la placa. Esta ambigüedad no existe ni en la versión francesa, ni en la española. Sin embargo, se decidió que el ítem debía eliminarse de la prueba. La redacción se ha mejorado en la versión final, ya publicada, de las preguntas de las pruebas.

P23

Parecía que muchos candidatos no tuvieron en cuenta el hecho de que la carga de una partícula α es $+2e$ y no $+1e$.

Preguntas NS

P6

En la versión de la hoja de examen distribuida a los candidatos, el vector N no está definido en el enunciado del ítem. Una consulta a las estadísticas indicaría que los candidatos no se vieron afectados negativamente.

P10

El distractor D constituyó una elección muy corriente. Posiblemente, los candidatos no leyeron la pregunta cuidadosamente. Puesto que la intensidad de campo gravitatorio es una fuerza por unidad de masa, todo lo que exprese fuerza debe resultar incorrecto.

P21

Como en la pregunta 10, parecía que muchos candidatos no leyeron la cuestión cuidadosamente. Debería advertirse a los candidatos de que, en las pruebas de física, la redacción es, en general, concisa y resulta necesario leer cuidadosamente cada palabra.

P22

La frecuente elección del distractor A pone de manifiesto un error de concepto corriente. La coherencia ocurre cuando la diferencia de fase es constante, no sólo cuando las fuentes están en fase.

P33

Cuando se representa la variación según el número de masa de la energía de enlace por nucleón, los libros de texto difieren. Algunos presentan la curva en el 1^{er} cuadrante, y otros en el 4^o. Los estudiantes deberían familiarizarse con ambas versiones.

Las estadísticas indican que los estudiantes no se vieron afectados por esta elección específica de cuadrante.

Prueba 2

Bandas de calificación del componente

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 -4	5-9	10-14	15-20	21-25	26-31	32-50

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-10	11-20	21-31	32-41	42-52	53-62	63-95

Comentarios generales

El número de comentarios enviados por los profesores en los impresos G2 fue decepcionante. En consecuencia, las opiniones allí expresadas puede que no sean generales. Ambas pruebas se pensaron para ser algo más difíciles que las de mayo de 2004. Un número significativo consideró que la cobertura del programa era pobre. A partir de los comentarios recibidos, la pregunta A1 pudiera considerarse incluida en el Tema 12. Sin embargo, la pregunta A1 es una pregunta basada en datos. No es necesario conocer el Tema 12. Debiera recordarse que los datos se sitúan habitualmente en un contexto, pero que lo que se analiza son los propios datos, y no se incluye la evaluación del contenido del tema.

La redacción y presentación de las pruebas resultó ser o satisfactoria o buena para la mayoría de los profesores. Hubo algunos comentarios relativos a la necesidad de definir cantidades y recordarlas. Debería recordarse que las preguntas de la Sección B deben ser equilibradas. Así pues, los hechos a recordar en una pregunta deberían tener el mismo peso en otras. Con frecuencia, una definición u otro hecho a recordar se utilizan como medio de proporcionar una introducción a un problema concreto. Consultando los Objetivos y los Verbos de Acción que se presentan en la Guía de la Asignatura, se constataría que lo memorístico está justificado y, en opinión de los examinadores, resulta deseable, especialmente para los candidatos menos capaces.

Áreas del programa que presentaron dificultades a los candidatos

Tanto en la Prueba NS como en la de NM, la pregunta B2 fue la que menos se abordó y su puntuación media resultó, en general, más baja que la de las otras preguntas. Ello se debió, en buena medida, a la pobreza de las respuestas a los apartados (a) y (b).

Hay un problema general que no se limita a una pregunta concreta o a un área específica. Los candidatos pierden demasiados puntos debido a formulaciones pobres de definiciones y de hechos a recordar. Las definiciones carecen frecuentemente de precisión y se expresan en lenguaje no

científico. Es importante un conocimiento riguroso de las definiciones. Sin este conocimiento, cuando los candidatos abordan preguntas que involucran aplicaciones o discusiones, las respuestas se formulan frecuentemente como generalidades que involucran una terminología poco precisa.

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

No hubo partes del examen en las que se pudiera decir que todos los candidatos parecieran estar bien preparados. Los candidatos mejor preparados mostraron frecuentemente algunas debilidades. Los candidatos menos capaces alcanzaron a menudo la mayoría de su puntuación en un pequeño número de áreas aisladas. Los candidatos, en general, intentaron responder la mayoría de los apartados de cada pregunta. Sin embargo, tales intentos mostraron frecuentemente falta de conocimientos y de comprensión de los conceptos básicos.

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

Sección A

A1 (NS y NM)

- (a) Con algunas excepciones, los candidatos proporcionaron la respuesta correcta. Muy pocos fueron incapaces de calcular la respuesta y el error más común se dio al redondear i.e. 0,429 en vez de 0,430.
- (b) La identificación en (i) presentó muy pocos problemas, y en (ii) la mayoría pudo señalar el punto dentro de un cuadrado del reticulado. Sin embargo, muchos no dibujaron una línea razonable de mejor ajuste. Debería animarse a los candidatos para que consideren la dispersión de puntos en torno a la línea deseada y para que dispongan los puntos de modo que queden distribuidos uniformemente a ambos lados de la línea.
- (c) (i) Por encima del 50% de los candidatos dieron un valor aceptable para el gradiente. Sin embargo, debiera advertirse a los candidatos de que no utilicen puntos dato a menos que se encuentren sobre la línea de mejor ajuste, ni puntos sobre dicha línea que estén próximos entre sí.
(ii) Un error corriente fue asumir que la línea debería pasar por el origen. Muchos intentaron explicar la discrepancia en términos de una pequeña diferencia entre el valor del gradiente calculado en (i) y el calculado a partir de la ecuación dada.
- (d) Hubo muchas respuestas correctas, a pesar de las explicaciones poco apropiadas dadas en (c)(ii).

A1 (sólo NS)

- (e) Hubo algunas respuestas buenas, pero constituyeron una minoría. Los candidatos no parecían darse cuenta de que necesitaban calcular un valor extremo para $E^{-1/2}$, basado en el valor y la incertidumbre de E . Deberían ser capaces de argumentar que la incertidumbre en $E^{-1/2}$ se encuentra en el tercer dígito.

A2 (sólo NS)

- (a) Hubo muy pocos errores en (i), (ii) y (iii). Sin embargo, en (iv), resultó corriente que las respuestas se diesen como $27t$, en vez de $27(t - 6)$.
- (b) Debería advertirse a los candidatos de que sigan las instrucciones dadas en la pregunta. A menudo, esas instrucciones proporcionan consejo acerca de cómo responder a una pregunta. Algunos abordaron los cálculos sin tener presentes sus respuestas a (a). Aquellos que elaboraron una ecuación relacionando la distancia recorrida por los dos coches, por lo general lo lograron.

A2 (sólo NM)

- (a) La mayoría de los candidatos hicieron mención de la fuerza centrípeta. Sin embargo, la inmensa mayoría de las respuestas llegaron a indicar, o insinuaron, que la esfera se encuentra en equilibrio, en vez de explicar que la tensión en el muelle estirado *proporciona* la fuerza centrípeta necesaria.
- (b) En a mayoría de los exámenes, se dio una expresión correcta de la fuerza centrípeta. El error más común ocurrió al determinar la tensión del muelle.

A3 (sólo NS)

- (a) La terminología resultó pobre, con la consiguiente pérdida de puntos. Se hizo referencia a “átomos” en vez de a “núcleos” y a “grande” en vez de a “masivo”. Además, no quedaba claro lo que le ocurre a un núcleo en fisión cuando “se escinde”. No se debiera animar a los candidatos a que parafrasearan la pregunta. “Fusión es cuando un núcleo se fusiona” no proporciona ninguna información al significado de fusión.
- (b) Los candidatos se dividieron en dos grupos. Aquellos que completaron los cálculos sin aparentemente ninguna dificultad y los que no sabían qué se esperaba de ellos. Un error frecuente fue calcular simplemente el producto de la potencia de salida por la energía liberada en cada fusión.

A3 (sólo NM)

- (a) Hubo algunas respuestas exhaustivas pero la mayoría carecía de claridad de expresión. Muchos indicaron simplemente que las partículas más energéticas escaparían y, de esa forma, la energía del líquido se reduciría, disminuyendo así la temperatura. La energía cinética se reduce, a expensas de la energía relativa de las moléculas/átomos que escapan. Debería animarse a los candidatos para emplear la terminología correcta y, en este caso, deberían referirse a la energía cinética media.
- (b) La mayoría de los candidatos pudieron indicar al menos un factor. Sin embargo, muchos no matizaron los factores elegidos. Se preguntaba por factores que provocaban un aumento en el ritmo y así, por ejemplo, “incremento en el área superficial” sería correcto, preferiblemente a sólo “área superficial”.
- (c) Debería animarse a los candidatos a exponer y explicar sus cálculos. En aquellos exámenes en que así se hizo, los candidatos alcanzaron normalmente mayor puntuación. Ecuaciones mezcladas e incompletas fueron corrientemente la señal de puntuaciones bajas.

A4 (sólo NS)

- (a) En general, no fue bien respondida. Frecuentemente se hizo referencia al significado de fotón y a la energía del fotón, en lugar de proporcionar evidencia experimental.
- (b) (i) La mayoría pudo expresar simbólicamente la ecuación de Einstein. El error más común fue no dar la energía cinética máxima en términos de V_S .
- (ii) Algunos candidatos encontraron dificultades a la hora de reordenar términos para despejar V_S . Resultó satisfactorio advertir que los candidatos hacían referencia a la ecuación $y = mx + c$, y comparaban sus términos con los de la ecuación de Einstein reordenada.
Aquí resultaba esencial una explicación, pero los candidatos más flojos no argumentaron sus comentarios.
- (iii) Los candidatos podían utilizar o bien la intersección sobre la gráfica, o bien un punto sobre la línea. Hubo muchas respuestas correctas pero cierto número de candidatos no tenían muy claro lo que estaba involucrado.

Sección B

B1 (NS y NM)

- (a) (i) En general, el momento lineal se definió correctamente. Sin embargo, resultó normal encontrar definido el impulso como el ritmo de cambio del momento.
 (ii) Los candidatos no debieran parafrasear la pregunta. Hacer referencia a que el momento lineal se conserva no indica comprensión alguna de la ley. Muchos candidatos omitieron el hecho de que no debe haber fuerza externa actuando sobre el sistema.
 (iii) Algunos candidatos no entendieron realmente cómo abordar el problema. Otros constataron que no puede haber fuerza resultante, pero no pudieron avanzar más. Sin embargo, hubo algunas demostraciones muy buenas.
- (b) (i) Casi todas las respuestas fueron correctas.
 (ii) El cálculo presentó pocos problemas para aquellos candidatos que comprendían el significado del término eV . Claramente, una minoría no tenía una verdadera idea de la situación.
 (iii) Algunos candidatos se complicaron la vida calculando la masa de dos protones y dos neutrones con cuatro o cinco cifras significativas. Deberían darse cuenta de que cuando se da la respuesta con tres cifras significativas, tal precisión es completamente innecesaria.
- (c) (i) Frecuentemente, la flecha dibujada era tan corta que no podía determinarse si resultaba intencionado el que el núcleo y la partícula α se movieran en sentidos opuestos.
 (ii) Frecuentemente el cálculo del momento se completó acompañado de una pequeña explicación, o sin ella.
 A menudo, los candidatos no constataron que sólo se necesitaba el cociente entre las masas y, consecuentemente, hicieron grandes esfuerzos para calcular en kg las masas del núcleo y de la partícula α .
 (iii) Se preguntaba a los candidatos que consideraran el efecto sobre las trayectorias. En lugar de ello, muchos se concentraron en el módulo de la velocidad, ignorando completamente la dirección.

(d) (sólo NS)

- (i) Los candidatos podían considerar, por ejemplo, el número de neutrones, el diámetro del núcleo o su estabilidad. Los candidatos no deberían repetirse a sí mismos. Por ejemplo, la indicación de que el número de neutrones y el número de nucleones son diferentes no constituye dos diferencias por separado.
 (ii) Como es usual, la mayoría de las respuestas no explicaron qué es lo que se reduce a la mitad. Es necesario que se indique sin ambigüedades la magnitud que se reduce a la mitad y que ningún producto derivado tenga la posibilidad de incluirse.
 (iii) En general se respondió bien dándose una explicación adecuada. El error más común consistió en que el signo menos aparecía o desaparecía misteriosamente.
 (iv) Muchos candidatos no se dieron cuenta de que tenían que utilizar la ecuación $A = \lambda N$. En consecuencia, sus respuestas se limitaron con frecuencia a un cálculo de λ .

(d) (sólo NM)

- (i) Frecuentemente, los candidatos interpretaron mal la pregunta y se pusieron a discutir porqué la actividad de la fuente no tenía un tiempo de vida. Se esperaba que se hiciera referencia a la constancia de la probabilidad de desintegración por unidad de tiempo de un núcleo.
 (ii) Como es usual, la mayoría de las respuestas no explicaron qué es lo que se reduce a la mitad. Es necesario que se indique sin ambigüedades la magnitud que se reduce a la mitad y que ningún producto derivado tenga la posibilidad de incluirse.
 (iii) Se habían rotulado los ejes y se habían indicado las magnitudes sobre el retículo de la gráfica. Se esperaba que los candidatos trazaran una curva que pasara por los puntos

relevantes. Sin embargo, se dibujaron muchas curvas en total desacuerdo con la reducción a la mitad de la actividad durante cada intervalo de tiempo igual a la semivida.

(iv) Frecuentemente, los candidatos se perjudicaron a sí mismos con la pobreza de sus gráficas cuando hallaron la actividad después de 120 s. Algunos de los candidatos más capaces usaron una ecuación que involucraba exponenciales para calcular la actividad a los 330 s. Esto no era necesario. El ejercicio sobre “mitades” era por completo adecuado pero, a pesar de ello, muchas respuestas fueron incorrectas.

(e) (sólo NS)

Con total intencionalidad, no hay aquí una respuesta sencilla y única. Los candidatos podían argumentar a favor de ambas opciones. Lo que se esperaba era algún razonamiento sensato basado sobre la dosis total o sobre el ritmo de la dosis.

B2 (NS y NM)

(a) (i) La respuesta fueron, en su mayor parte, pobres. La mayoría fue incapaz de describir una onda progresiva en términos de energía transferida e incluso muy pocos intentaron describir el significado de *continua*.

(ii) Se esperaba que se hiciera referencia a la rapidez de transferencia de energía. Muchos se refirieron a “la rapidez a la cuál se mueve la onda”.

(b) (sólo NS)

(i) Con frecuencia, los candidatos no llegaron a puntuar. Se dieron las definiciones como generalizaciones que tenían un significado mínimo o no lo tenían. Fue corriente encontrar la frecuencia definida como el número de vibraciones en un segundo. Ello no proporciona ninguna idea de que está involucrado un ritmo, y la definición no debería darse en términos de unidades. Sería adecuado hacer referencia a “por unidad de tiempo” en vez de “en un segundo”.

(ii) Muy pocas respuestas hicieron una referencia clara a crestas *consecutivas* al definir la longitud de onda.

(b) (sólo NM)

(i) Con frecuencia, los candidatos no llegaron a puntuar. Se dieron las definiciones como generalizaciones que tenían un significado mínimo o no lo tenían. Fue corriente encontrar la frecuencia definida como el número de vibraciones en un segundo. Ello no proporciona ninguna idea de que está involucrado un ritmo, y la definición no debería darse en términos de unidades. Sería adecuado hacer referencia a “por unidad de tiempo” en vez de “en un segundo”.

(ii) Las deducciones se limitaron con frecuencia a $rapidez = distancia/tiempo = longitud\ de\ onda/periodo = longitud\ de\ onda \times frecuencia$, sin ninguna explicación en cuanto a la relación entre las distintas magnitudes. Las deducciones, por su propia naturaleza, incluyen una explicación y no son simplemente una cadena de ecuaciones.

(c) (NS y NM)

(i) Los diagramas resultaron, en general, sin relevancia para la situación presentada. Muchos dibujaron el esquema de una onda estacionaria que no podría existir posiblemente en un tubo cerrado. Algunos candidatos indicaron que la onda se reflejaría en la superficie del agua. Sin embargo, muy pocos alcanzaron a explicar que la onda estacionaria se origina como resultado de la interferencia entre las ondas incidente y reflejada.

(ii) Las explicaciones eran muy confusas y, con frecuencia, no se citaba la resonancia. Se esperaba que los candidatos explicaran la resonancia en términos de las frecuencias imprimida y natural, así como que la frecuencia natural dependiera de la longitud del

tubo. De ahí que la variación en la longitud del tubo lleve consigo que la resonancia ya no ocurra.

(iii) Casi todas las respuestas utilizaron la ecuación $v = f\lambda$. Sin embargo, sólo una pequeña minoría logró dar el resultado correcto de la longitud de onda.

(d) (NS y NM)

Sorprendentemente, fue algo corriente encontrar que el valor correcto de la fuerza se dividía entre el desplazamiento para calcular la presión. La conversión de mm^2 a m^2 constituyó una dificultad para muchos.

(e) (NS y NM)

(i) A pesar de que se proporcionaba el gráfico, la mayoría de las respuestas involucraban Fd , en vez de $\frac{1}{2}Fd$, donde F es la fuerza al final.

(ii) No fue muy corriente intentar deducir el tiempo. Sin embargo, la mayoría fue capaz de emplear el valor de tiempo dado para determinar la potencia media.

(iii) Los candidatos deberían darse cuenta de que en este nivel de examen, una respuesta del tipo “calor” resulta insuficiente e inapropiada. Debería haber quedado clara la forma de energía y su localización.

(f) (sólo NS)

(i) Muchos de los candidatos constataron que debían utilizar la ecuación $v = f\lambda$. Sin embargo, la mayoría fue incapaz de determinar la longitud de onda a partir de la diferencia de caminos.

(ii) En general, los enunciados eran correctos. Sin embargo, sólo los candidatos más capaces pudieron dar explicaciones adecuadas en términos de suma de desplazamientos individuales. No se aceptaron explicaciones tales como “interferencia destructiva incompleta” por falta de suficiente detalle.

B3 (NS y NM)

Parte 1

(a) Se pedían las características I - V y por lo tanto debe existir algún procedimiento de hacer variar I o V . Muy pocos circuitos incluían un componente variable. Fue sorprendente advertir el gran número de circuitos que resultaban totalmente poco prácticos.

(b) Normalmente, ambos apartados de esta cuestión se completaron satisfactoriamente. Resultó grato advertir que hubo muy pocos intentos de utilizar el gradiente para determinar R .

(c) (i) La mayoría dibujó una línea recta en los cuadrantes 1 y 3. Generalmente, el gradiente era el correcto.

(ii) Las respuestas correctas fueron una minoría. La inmensa mayoría de las respuestas asumían un valor constante para la resistencia de X , dando un valor para la resistencia total del circuito de $3,5 \Omega$. Se esperaba que los candidatos leyeran del gráfico los valores de la diferencia de potencial para una corriente de $3,0 \text{ A}$.

(d) (sólo NM)

Muchos candidatos parecían no haber estudiado este tema y, en consecuencia, sus respuestas eran suposiciones.

(i) Una respuesta corriente fue que la resistencia era constante. Entre aquellos candidatos que tenían algún conocimiento del tema, una respuesta frecuente, aunque incorrecta, fue que la resistencia cambiaba linealmente con la temperatura.

(ii) Muy pocas respuestas incluían algún intento de medir la resistencia a dos temperaturas conocidas (puntos fijos). En consecuencia, no podía construirse una escala.

(NS y NM)

Parte 2

- (a) Se debería informar a los candidatos de que el esquema de un campo de fuerzas incluye la separación relativa de las líneas de campo. Muchos exámenes no incluyeron este aspecto, con el resultado frecuente de esquemas cualitativos muy pobres.
- (b) (i) La mayor parte de las explicaciones hacían referencia al campo magnético de una espira en la región de la corriente en la segunda espira. Sin embargo, sólo raramente se explicó porqué hay fuerzas en ambas espiras (e.g. en referencia a la tercera ley de Newton).
 - (ii) Muchos candidatos fueron capaces de proporcionar una expresión correcta de la fuerza por unidad de longitud entre cables rectilíneos paralelos. Sin embargo, se cometieron muchos errores al sustituir los valores de las distancias relevantes.

(Sólo NS)

Parte 3

- (a) (i) La ley de Faraday se debería definir en términos de la f.e.m. inducida, no de la corriente inducida, y de la *proporcionalidad* al ritmo de cambio del flujo.
 - (ii) En este apartado hubo muchas respuestas aceptables. Se debería recordar que en preguntas de esta índole resulta necesario localizar el cambio de flujo.
- (b) (i) Con pocas excepciones, se presentó el flujo en fase con la corriente.
 - (ii) La mayoría de los candidatos se dio cuenta de que la frecuencia de la f.e.m. inducida se mantendría sin cambios, pero pocos fueron capaces de indicar la fase correcta.
 - (iii) La mayoría de las respuestas presentaban la afirmación de que la f.e.m. se reduciría, pero la explicación frecuentemente era incompleta o inadecuada.
- (c) Hubo algunas sugerencias adecuadas que presentaban como ventajoso el no tener que interrumpir la corriente, o aproximar demasiado el cable. Entre las desventajas se indicaba el problema de evaluar la distancia al cable y el hecho de que otros conductores de corriente interfirieran en la lectura.

B4 (sólo NS)

Parte 1

- (a) (i) A pesar de decir que se considerara la teoría cinética, algunos dieron la explicación en términos de la ecuación de los gases ideales. Hubo algunas descripciones completas, yendo más allá de la línea de respuesta sugerida. Los candidatos deberían prestar atención a la asignación de puntos y al número de líneas para la respuesta, así como a los Verbos de Acción, al decidir con cuánto detalle dan una respuesta.
 - (ii) La mayoría de las respuestas hicieron referencia a “no energía potencial”. La razón para ello no siempre era evidente. Frecuentemente, no se indicaba la relación entre energía interna, energía potencial y energía cinética aleatoria de las moléculas.
- (b) (i) Como de costumbre, un gran número de candidatos utilizó grados C en vez de kelvin. Lo que resultó sorprendente fue que muchos calcularan el volumen final y no determinaran el cambio de volumen.
 - (ii) La dificultad más común en este sencillo cálculo fue la conversión de cm^3 a m^3 .
- (c) (i) Debería animarse a los candidatos a no dar las definiciones en términos de unidades. No es la unidad de calor específico la que se está definiendo.
 - (ii) Con pocas excepciones, se hizo referencia al aumento de la rapidez o de la energía cinética. Sin embargo, muchos omitieron el punto crucial de que es el promedio, o media, el que aumenta.
 - (iii) La mayoría de los candidatos fue capaz de indicar que se realiza trabajo externo cuando se calienta a presión constante, pero no a volumen constante. Desafortunadamente, muchos no extrajeron las conclusiones lógicas de esas afirmaciones.

Parte 2

- (a) Muy raramente se dio una explicación. En su lugar, se propusieron ecuaciones, junto con el subsiguiente álgebra. Debería animarse a los candidatos a explicar su trabajo.
- (b) (i) Con pocas excepciones, se citaron las ecuaciones correctas.
(ii) La mayoría de los candidatos completaron correctamente este apartado.
- (c) (i) Prácticamente todos los candidatos dieron la respuesta obvia y evidente.
(ii) Se esperaba que los candidatos dedujeran el resultado. Muchos establecieron un resultado, sin justificarlo.
(iii) Aquí no se requería ninguna explicación. A pesar de sus respuestas a (ii), muchos se dieron cuenta de que la rapidez debería aumentar.
(iv) Las respuestas fueron decepcionantes y muchos candidatos no trataron la pregunta sobre el aumento de las fuerzas de rozamiento. Los candidatos más capaces indicaron que las fuerzas de rozamiento deberían aumentar a medida que la altura disminuyese, pero no discutieron cómo el aumento en el arrastre afectaría al ritmo de disminución de la altura.

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

- 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 candidatos a desarrollar un conocimiento minucioso del libro de texto. No es un problema de “aprender por aprender”. 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. Además, la utilización del lenguaje corriente en vez de la terminología científica conduce a afirmaciones incorrectas. Un ejemplo clásico de dicho lenguaje común es el uso de la palabra “potente”. Los candidatos utilizan este término cuando quieren decir “mayor fuerza” o “más energía” o, correctamente, “mayor ritmo de trabajo”.
- Cuando se dibujan diagramas y gráficos, éstos deberían mostrar las características relevantes más importantes. 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 y la línea resulta inadecuada. Aunque el gráfico pueda ser un esquema, los candidatos deberían asegurarse de que la línea pase por puntos evidentemente importantes.
- Los candidatos deberían darse cuenta del número de puntos adjudicados a cada apartado o subapartado cuando consideren el detalle con que deben dar cualquier 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”, “deduzcan” o “sugieran”, una simple frase con la conclusión o un argumento erróneo conduce a no obtener puntuación.
- Tras haber completado cualquier cálculo, los candidatos deberían considerar si la respuesta es realista, así como darla junto con sus unidades hasta 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 km por m).

Prueba 3

Bandas de calificación del componente

Nivel Medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-4	5-9	10-14	15-17	18-21	22-24	25-40

Nivel Superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-7	8-14	15-20	21-26	27-31	32-37	38-60

Comentarios generales

Aunque este año había algunas preguntas que constituían un reto, muchos candidatos parecieron encontrar el examen accesible. Hubo algunos exámenes muy flojos, pero también algunos otros de muy alta calidad, mostrando estos candidatos una excelente comprensión de las dos opciones que habían estudiado.

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 cuatro puntos. Muchos candidatos parecían desconocer que debían dar sus respuestas en el espacio reservado para ello en el cuadernillo de examen y, en su lugar, utilizaban innecesariamente hojas adicionales. Unos cuantos candidatos respondieron más de dos Opciones y estaba claro que algunos otros respondieron Opciones para las que no se habían preparado.

Debería animarse a los candidatos para que se aseguraran de que han pasado la página y respondido a todos los apartados de una pregunta concreta de la Opción. Los errores por cifras significativas y unidades continúan disminuyendo. Esta es una tendencia bien recibida en aras de la precisión.

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”, así como de los puntos que se conceden por respuestas parcialmente correctas. Sin embargo, un número preocupante de candidatos escribieron simplemente una respuesta a los cálculos numéricos sin mostrar ningún desarrollo (a menudo con múltiples pasos de cálculo). Así mismo, si se pregunta a los candidatos que deduzcan que cierto valor es correcto, entonces claramente no lograrán ningún punto si no presentan sus desarrollos.

La realimentación obtenida de los profesores por medio de los impresos G2 para NM y NS puede resumirse como sigue:

Nivel Medio

- alrededor del 70% encontró que la prueba era de un nivel de dificultad similar al del año pasado y un 30% un poco más difícil. Sin embargo, globalmente, el 95% consideró que el examen tenía un nivel de dificultad apropiado y un 5% que era demasiado difícil.
- alrededor del 40% encontró satisfactoria la cobertura del programa y un 60% buena.

- alrededor del 30% encontró satisfactoria la claridad de la redacción y un 70% buena.
- alrededor del 20% encontró satisfactoria la presentación y un 80% buena.
- Como en años anteriores, las opciones más respondidas fueron A (Mecánica) y H (Óptica).

Nivel Superior

- alrededor del 70% encontró que la prueba era de un nivel de dificultad similar al del año pasado, un 10% un poco más fácil y un 20% un poco más difícil. Sin embargo, globalmente, el 92% consideró que el examen tenía un nivel de dificultad apropiado, un 3% que era más difícil y un 5% que era más fácil.
- alrededor del 40% encontró satisfactoria la cobertura del programa y un 60% buena.
- alrededor del 40% encontró satisfactoria la claridad de la redacción y un 60% buena.
- alrededor del 30% encontró satisfactoria la presentación y un 70% buena.
- Como en años anteriores, las opciones más respondidas fueron H (Óptica), G (Relatividad) y F (Astrofísica).

Áreas del programa que han presentado dificultades a los candidatos

Como en exámenes anteriores, los candidatos mostraron insuficiencias en el uso de la ecuación de las lentes y en la construcción de los diagramas de rayos. La toma de momentos en la opción A, en el Nivel Medio, resultó frecuentemente incorrecta. Las definiciones fueron a menudo incompletas y carentes de precisión, cuando se trataba de respuestas largas. En el último caso, muchas respuestas se basaban en anécdotas en vez de en principios físicos.

Entre las áreas que presentaron problemas se incluyen:

- movimiento de proyectiles
- intensidad de campo gravitatorio
- objetos extensos en equilibrio
- conceptos de producción de partículas y antipartículas y leyes de conservación
- procesos termodinámicos
- coeficiente de atenuación y espesor hemirreductor
- intensidad sonora y nivel de intensidad sonora
- descubrimiento del neutrón por Chadwick
- concepto de brillo aparente
- paradoja de Olbers
- Experimento de Michelson-Morley
- dinámica relativista
- principio de equivalencia
- ángulo crítico
- construcción de diagramas de rayos

- resolución

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

- En general se obtuvieron buenos resultados en la utilización de ecuaciones y sustituciones de valores numéricos en las fórmulas.

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

Sólo NM

Las dos Opciones más respondidas fueron la A y la H.

Opción A – Mecánica

Pregunta 1 Movimiento de proyectiles

Un número significativo de candidatos dibujó un gráfico de distancia vertical frente a distancia horizontal.

Las explicaciones en términos de la conservación de la energía a menudo fueron incompletas en lo que respecta a que no se mencionó dicha conservación.

Pregunta 2 Campos gravitatorios

Esta pregunta no se hizo bien. Bastante a menudo, las definiciones de intensidad de campo no eran exactamente definiciones –“la fuerza que sienten los planetas”. Raramente se hizo referencia a masas puntuales o pequeñas. Aquellos candidatos que lograron responder correctamente a (b)(i), a menudo llegaron a estimar un valor correcto de la masa de Júpiter.

Pregunta 3 Instrumento para determinar el peso

Con frecuencia se omitió la condición de equilibrio de rotación.

Varios candidatos respondieron correctamente el apartado (c) basándose en un argumento de simetría expresado con claridad y obtuvieron la máxima puntuación.

Globalmente, la pregunta mostró que muchos candidatos encuentran difícil trabajar con símbolos algebraicos.

Opción B – Física cuántica y física nuclear

Esta Opción no fue muy elegida.

Pregunta 1 El efecto fotoeléctrico

Hubo pocas explicaciones buenas sobre cómo la teoría de Einstein da cuenta de la existencia de un umbral de frecuencia. Muchos fallaron con claridad y raramente se hizo mención al hecho de que se necesita energía para expulsar a los electrones de la superficie de un metal.

Muchos candidatos fueron capaces de calcular el valor de la frecuencia umbral, pero pocos de determinaron un valor correcto de la función de trabajo.

Pregunta 2 Desintegración radiactiva

A menudo se completó correctamente la ecuación de desintegración, pero el problema hizo fracasar a muchos candidatos y otros tantos no supieron cómo empezar.

Pregunta 3 Las partículas y sus leyes de conservación

A menudo, se respondió bien al apartado (a), pero muy pocos candidatos reconocieron que se violaría la conservación del número leptónico en la segunda de las ecuaciones indicadas.

Opción C – Ampliación de energía

Esta opción resultó muy popular.

Pregunta 1 Bomba de calor

A menudo, los diagramas rotulados se hicieron bien, pero los cálculos no.

De la misma manera, aunque frecuentemente los dos procesos se explicaron de manera correcta, casi nunca ocurrió que se proporcionara una buena explicación en lo que se refiere a durante qué procesos se absorbía energía desde el exterior de la casa.

Pregunta 2 Energía eólica

La manipulación aritmética fue la ruina de muchos candidatos en esta pregunta.

Muchos candidatos identificaron correctamente, y explicaron, una desventaja de la generación de potencia eólica.

NM y NS

Opción D – Física biomédica

Pregunta 1 Escalas

Una pequeña minoría de estudiantes había estudiado claramente preguntas de escalas y lo hizo bien. El resto de los estudiantes que abordaron esta pregunta no comprendió lo que involucraba. Como en años anteriores, el reparto de puntos fue o total, o casi ninguno.

Pregunta 2 Pérdida de audición

Éste pareció ser un área en el que los candidatos tenían confianza. Excepto algunos exámenes muy flojos, se respondió completamente bien.

Pregunta 3 Rayos X

En general, no se comprendió el carácter de los rayos X, pero sí el espesor hemirreductor.

ANS

Pregunta 4 Temperatura corporal

A pesar de que hubo buenas respuestas a esta pregunta, la falta de conocimientos y una incapacidad para aplicar la calorimetría a una situación real, dieron lugar a muchas respuestas endebles.

Pregunta 5 Dosimetría

El término eficiencia biológica relativa no resultaba conocido para muchos candidatos y el problema hizo fracasar a otros tantos. Ésta parece ser una parte de la opción que, en general, no es bien conocida.

Opción E – Historia y desarrollo de la física

Pregunta 1 Modelos de universo

Hubo pocas referencias a las “esferas” en la descripción del modelo ptolemaico.

Pregunta 2 Movimiento y fuerza

Excepto la descripción de cómo la teoría de Galileo explicaba el movimiento del bloque, esta pregunta se respondió generalmente bien.

Pregunta 3 El átomo y el núcleo

En general, esta pregunta no se respondió bien. La mayoría de los candidatos podían distinguir entre los modelos atómicos de Thomson y Rutherford, pero no se conocía bien el trabajo de Chadwick sobre el núcleo.

ANS

Pregunta 4 El átomo de hidrógeno

Excepto saber el otro postulado de Bohr, esta pregunta se respondió muy pobremente. La manipulación algebraica hizo fracasar a muchos candidatos y pocos pudieron resumir convincentemente el modo en que el modelo de Schrödinger da cuenta de la existencia de los niveles de energía.

Opción F – Astrofísica

Una opción muy respondida, particularmente en el Nivel Superior.

Pregunta 1 Radiación estelar y Betelgeuse

La primera parte sobre la radiación del cuerpo negro se hizo generalmente bien, pero un número decepcionantemente grande de candidatos no pudo dar unas definiciones precisas ni de luminosidad, ni de brillo aparente. El brillo aparente se confundió a menudo con la magnitud aparente. El cálculo hizo fracasar a muchos candidatos; como en años anteriores, los candidatos encontraron dificultad al manipular proporciones.

Pregunta 2 Paradoja de Olbers

Como una de las conjeturas de Newton sobre el universo, muchos candidatos indicaron “el universo es uniforme”, en vez de decir que la distribución de estrellas es uniforme. Este es otro ejemplo de dónde, a menudo, falta precisión en las respuestas de los candidatos.

Fue raro encontrar buenas respuestas cuantitativas para describir la paradoja de Olbers; el argumento de que toda línea de visión finalizaba en una estrella fue el más corrientemente evocado. Sin embargo, el desplazamiento hacia el rojo resultó ser bien conocido.

ANS

Pregunta 3 Evolución estelar

La mayoría de los candidatos tenía alguna idea sobre la evolución del Sol, pero pocos situaron las gigantes rojas y las enanas blancas en la región apropiada del diagrama HR. Algunos situaron los agujeros negros y las estrellas de neutrones sobre la retícula.

Pocos candidatos se dieron cuenta de que las estrellas de gran masa pueden perder el 80-90% de su masa durante la fase de nebulosa planetaria y así reducir sus masas por debajo del límite de Chandrasekhar.

Opción G - Relatividad

Fue una opción muy popular en el Nivel Superior.

Pregunta 1 Sistemas de referencia

Con frecuencia, la descripción de un sistema de referencia fue pobre y muchos candidatos pensaron que un sistema de referencia sólo se aplica en Relatividad Especial.

La mayoría de los candidatos se dio cuenta de que una transformación de Galileo conduce a diferentes valores para la velocidad de la luz, pero no muchos pudieron utilizar las ecuaciones de transformación de la velocidad para probar la constancia de la velocidad de la luz.

Como en años anteriores, no se comprendió bien el concepto de tiempo propio. Hay un sentir entre algunos candidatos de que, a pesar de lo que enseña la Relatividad Especial, hay un sistema de referencia absoluto en el que el valor del tiempo es el “verdadero” valor. A pesar de esto, a menudo el problema se hizo bien.

Pregunta 2 El experimento de Michelson-Morley

Muchos candidatos sabían el propósito y el resultado de este experimento, pero se expresaron de manera confusa en lo concerniente a los detalles experimentales.

ANS

Pregunta 3 Dinámica relativista

Los mejores candidatos hicieron bien esta pregunta, particularmente aquellos que tenían desenvoltura en la utilización de las unidades $\text{MeV}c^{-2}$ y MeV .

Pregunta 4 Corrimiento al rojo gravitatorio

Fue invariablemente contestada pobremente. Los candidatos podían recordar algunos hechos acerca de las situaciones presentadas, pero no pudieron utilizarlos de modo estructurado para presentar un argumento coherente.

Opción H – Óptica

Fue una opción muy respondida en ambos niveles, pero como en años anteriores, a menudo no se respondió con confianza.

Pregunta 1 Ángulo crítico

A menudo, los diagramas de rayos fueron pobres. La impresión era de que se casi-recordaban más que se elaboraban. Frecuentemente se identificó mal el ángulo crítico.

Sólo unos pocos candidatos pudieron obtener, calculándolo, el ángulo crítico, pero entonces fracasaron con la geometría.

Pregunta 2 El telescopio astronómico

La primera parte de esta pregunta está tomada esencialmente de un libro de texto estándar y, como tal, debería esperarse generalmente que proporcionara una buena puntuación. Sin embargo, la definición de distancia focal fue a menudo incorrecta o incompleta y, como en años anteriores, los diagramas de rayos fueron a menudo muy pobres.

El equipo de examinadores acepta que el anillo ocular no está en el programa, pero debiera advertirse que realmente no se necesita conocerlo para resolver el problema. La pregunta presenta esencialmente una situación en la que los candidatos tienen que localizar la posición de la imagen del objetivo formada por el ocular. A posteriori, hubiera sido preferible omitir las dos últimas frases del enunciado, haciéndolo así más breve.

ANS

Pregunta 3 Resolución óptica

A menudo se hizo bien el diagrama (aunque demasiados no tenían distribución de intensidad que tocara el *eje x*) pero, como en años anteriores, no se hizo bien el problema. La utilización de la aproximación para ángulos pequeños pareció confusa a muchos candidatos.

Pregunta 4 Red de difracción

A menudo los diagramas fueron flojos, pero con frecuencia se resolvió el problema correctamente.

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

Las recomendaciones del equipo de examinadores incluyen las siguientes ideas:

- Es importante que las Opciones no se dejen para el final de curso. Esto puede conducir a un estudio precipitado o incompleto. El tiempo disponible para el estudio de las Opciones debería considerarse e integrarse cuidadosamente en el programa como un todo. Los candidatos no deberían intentar responder una Opción que no hayan estudiado.
- Si los candidatos estudian una Opción por su cuenta, los profesores deberían asegurar que su progreso está cuidadosamente controlado y que se proporciona un apoyo adecuado. Los candidatos del mismo colegio que respondían preguntas de las mismas dos opciones obtenían generalmente mejores resultados que los que respondían preguntas de varias opciones diferentes.
- Los candidatos deberían leer cuidadosamente cada pregunta antes de responder.
- Las respuestas deben estar enfocadas – no hay necesidad de escribir innecesariamente frases largas-
- Los candidatos deben asegurarse de estar familiarizados con las definiciones de las magnitudes físicas. Las definiciones deben ser precisas, exactas y detalladas.
- Los candidatos deberían utilizar el número de puntos adjudicados a cada apartado de una pregunta como guía aproximada del grado de detalle requerido en sus respuestas.
- Debería animarse a los candidatos a elaborar diagramas rotulados y claros.
- Los candidatos deberían revisar sus respuestas y ver si tienen sentido e.g. la distancia a una estrella no puede ser 2×10^{-18} m.
- Los candidatos deberían estar familiarizados con los contenidos del Cuadernillo de Datos.
- Las respuestas deben escribirse en el espacio apropiado sobre el cuadernillo de examen y utilizar sólo hojas adicionales si se necesitan.
- Los candidatos no deberían responder a lápiz pues a menudo resulta difícil de descifrar.
- Se precisa más práctica en la interpretación de datos –particularmente cuando los datos se presentan en forma gráfica.
- Los candidatos deberían practicar con la manipulación de proporciones tanto en forma numérica como simbólica.