

FÍSICA TZ2 (IBAP & IBAEM)

Bandas de calificación de la asignatura

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 16	17 - 28	29 - 40	41 - 50	51 - 60	61 - 70	71 - 100

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-14	15-25	26-37	38-48	49-59	60-69	70-100

Evaluación interna

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 fue apropiado

Este año, la moderación funcionó bien. La mayoría de los colegios cumplió con los aspectos formales, incluyendo el completar apropiadamente los impresos 4/PSOW, la evidencia del proyecto del grupo 4, las instrucciones del profesor, y la primera página del 4/EI. Así mismo, la mayoría de los colegios presentaron investigaciones relevantes para los criterios de EI, y la mayoría de las calificaciones de los profesores eran consistentes y del nivel apropiado. Los colegios presentaron programas prácticos profusos y variados con horas suficientes, y había evidencia de un aumento en el uso de las TIC.

En algunas áreas se presentaron problemas.

- A menudo, el **proyecto del grupo 4** aparecía entre las investigaciones que resultaban inapropiadas para la evaluación, pues involucra trabajo en común y fue ocasionalmente evaluado como si fuese realizado individualmente. En general, los cinco primeros criterios no deberían aplicarse al proyecto del grupo 4.
- Otros ejemplos de investigaciones inapropiadas involucran actividades en las que el profesor dio una pregunta de investigación claramente definida. Debe enfatizarse que **planificación (a)** exige del profesor una propuesta abierta. Los profesores pueden proporcionar la variable dependiente, pero tiene que haber un cierto número de variables independientes posibles. Los mejores temas para planificación se refieren a relaciones o funciones entre variables, no a valores específicos de magnitudes físicas o a la confirmación de leyes conocidas.
- Otro problema en relación a la **planificación (a)** es el uso creciente de Internet para buscar ideas. Los profesores deberían desaconsejarlo, ya que a menudo conduce a una forma de plagio.
- Ocasionalmente, el criterio de **planificación (b)** fue evaluado de manera inapropiada cuando los estudiantes utilizaron equipos estándar de laboratorio. Por ejemplo, al determinar el calor específico de un metal desconocido.
- Los ejemplos de evaluación inadecuada de **obtención de datos**, así como de **procesamiento y presentación de datos**, incluían experimentos en los que el profesor indicó a los alumnos qué datos registrar y como registrarlos, así como qué gráfico dibujar. Esto se hizo inadvertidamente, dando a los estudiantes una ecuación u, ocasionalmente, guiones donde se indicaba. Las hojas de instrucciones del tipo “rellenar los espacios en blanco” resultan inapropiadas para la evaluación.

Rendimiento alcanzado por los alumnos en cada uno de los criterios

Las investigaciones sobre planificación resultaron ocasionalmente sobrevaloradas por los profesores porque se proporcionó demasiada información y las notas de los alumnos hubieron de reducirse. La obtención de datos resultó ocasionalmente sobrevalorada porque los estudiantes y los profesores omitieron una estimación de los errores e incertidumbres. En física, todas las medidas involucran un cierto grado de incertidumbre. En procesamiento y presentación de datos, los candidatos de nivel superior a menudo olvidaron los gradientes mínimo y máximo esperables en los gráficos lineales. En conclusión y evaluación, los estudiantes necesitan reconocer claramente cada ítem de los tres aspectos. CE es probablemente el criterio más difícil de alcanzar completamente, pero cuando los moderadores aumentaron las calificaciones de los estudiantes fue debido a que los profesores parecían pensar que completamente significa perfecto. Cada aspecto necesita ser tratado apropiadamente para un completo, pero se pueden cometer errores y completo no significa perfecto.

Lo que sigue proporciona detalles específicos sobre la moderación del trabajo de EI de los colegios.

A. ¿Cuándo reducen las calificaciones los moderadores?

Planificación (a):

- El profesor indica la pregunta de investigación, la hipótesis y/o las variables independientes y las controladas. Al aspecto respectivo se le debe asignar un “n”. Resulta aceptable un objetivo general si los estudiantes han modificado significativamente la propuesta o pregunta del profesor (e.g. haciéndola más precisa).
- El moderador reducirá el segundo aspecto hasta una “p” cuando no se haya explicado la hipótesis o la explicación contradiga claramente la teoría que puede esperarse que conozca el estudiante medio de física del BI.

Planificación (b):

- Se da un guión que los estudiantes siguen sin modificarlo o bien **todos** los estudiantes utilizan un método idéntico. La calificación apropiada es n, n, n = 0.
- Resulta claro que los estudiantes han sido informados de los aparatos y materiales requeridos. El máximo que puede concederse es n, c, c = 2.

Obtención de Datos:

- Los estudiantes han recibido una tabla fotocopiada con encabezamiento y unidades. La máxima calificación es p, n = 0. Si los estudiantes no han registrado las incertidumbres de cualquier dato cuantitativo, el máximo que puede alcanzarse en el primer aspecto es “p”.
- Si los estudiantes han sido *repetidamente inconsistentes* en el uso de cifras significativas al registrar los datos, entonces el máximo que puede alcanzarse en el segundo aspecto es “p”.
- En física, los datos son siempre cuantitativos, e.g. dibujar las líneas de campo alrededor de un imán no forma parte de OD.

Procesamiento y Presentación de Datos:

- Se ha proporcionado un gráfico con los ejes rotulados o se ha informado a los estudiantes sobre las variables a representar, o los estudiantes han seguido un cuestionario estructurado para llevar a cabo el procesamiento de los datos. Lo máximo que el moderador puede conceder es c, n = 1.
- Si no hay evidencia de la propagación de errores (sólo NS) o del error aleatorio total estimado (NM), la calificación máxima moderada es c, p = 2. Un gráfico de la línea de mejor ajuste es suficiente para determinar lo que se requiere respecto al error y la propagación de la incertidumbre.

Conclusión y Evaluación:

- Si los profesores proporcionan a los estudiantes preguntas estructuradas para la discusión, la conclusión y la evaluación, entonces el máximo alcanzable en cada aspecto que haya sido guiado es *parcial*. El moderador juzga simple y llanamente las aportaciones de los estudiantes.

- Evaluación limitada, e.g. los estudiantes únicamente han indicado como crítica que se les acabó el tiempo. A menudo se concede $c, c, c = 3$, pero sólo se puede alcanzar un máximo de $c, n, p = 1$.

B. ¿Cuándo no reducen las calificaciones los moderadores?

En los siguientes casos, el moderador mantiene la postura del profesor, pues es quien sabe qué puede esperar de sus estudiantes.

Planificación(a):

- El profesor ha dado la variable dependiente o el estudiante no ha hecho mención de una variable dependiente.
- Cuando el moderador discrepa de la hipótesis explicada, pero considera que es una aplicación razonable al nivel de conocimientos del BI.
- La física errónea no está penalizada.
- La explicación de la hipótesis es simplista, pero la única posible dentro del contexto de la tarea. En este caso, el moderador apoyará al estudiante, pero proporcionará realimentación al profesor respecto a lo poco apropiado de la tarea.
- Se han identificado claramente las variables independientes y controladas, pero no se han dado como lista aparte.
- Hay una lista de variables y se advierte claramente en el procedimiento cuáles son independientes y cuáles controladas.

Planificación (b):

- Se indican procedimientos similares, pero no idénticos, para una tarea concreta. El moderador hará un comentario en el impreso 4/IAF sobre lo inapropiado de la tarea.
- Los moderadores no califican solamente por la relación de materiales, sino que lo hacen también por su clara identificación en el procedimiento seguido.
- Los moderadores no insisten en que la precisión +/- de los aparatos se indique en la lista de aparatos. La idea de registrar las incertidumbres se considera en OD.
- No se relacionan los artículos habituales tales como gafas de seguridad o batas de laboratorio. Algunos profesores consideran vital listar cada uno de ellos, pero otros los consideran parte integral de todo trabajo de laboratorio y asumen su uso. En este punto, los moderadores apoyan la decisión de los profesores.

Obtención de Datos:

- El estudiante ha sido inconsistente con las cifras significativas para el caso de un punto dato u omite las unidades en el encabezamiento de una columna en un ejercicio completo de obtención de datos, posiblemente con varias tablas de datos. Si el moderador advierte que el estudiante ha demostrado que les ha prestado atención y ha cometido un error por descuido, entonces el moderador, aún así, puede respaldar la máxima calificación según la regla de que "completo no significa perfecto". Este es un principio importante puesto que a menudo los buenos

estudiantes que responden completamente a una tarea extensa resultan injustamente penalizados con más frecuencia que los estudiantes que abordan el ejercicio de manera simplista.

- El estudiante no incluye ninguna observación(es) cualitativa(s) y el moderador considera que de ninguna forma podría haber sido obviamente relevante.
- No hay título en una tabla cuando resulta obvio a qué se refieren los datos contenidos en ella. Con la excepción de investigaciones amplias, resulta normalmente una evidencia a qué se refiere la tabla y la parte del encabezamiento "Datos Brutos" es suficiente. Una vez más "c" no significa perfecto.

Procesamiento y Presentación de Datos:

- Lo que se espera en el tratamiento de errores e incertidumbres en física se describe en la Guía y en el MAP 1.
- No se espera que los candidatos de nivel medio procesen las incertidumbres en los cálculos. Sin embargo, pueden proporcionar información sobre la incertidumbre mínima, basándose en la última cifra significativa de una medida, así como sobre la precisión que indica el fabricante. Pueden hacer estimaciones sobre las medidas compuestas (\pm la mitad del rango), y realizar conjeturas sobre las incertidumbres en el método de medida. Si las incertidumbres son suficientemente pequeñas como para ser ignoradas, los candidatos deberán informar de ese hecho.
- Los candidatos de nivel superior deberían ser capaces de expresar las incertidumbres como fracciones y como porcentajes. Así mismo, deberían poder llevar a cabo la propagación de incertidumbres a lo largo de un cálculo. Los gradientes mínimo y máximo deberían trazarse sobre los gráficos utilizando barras de incertidumbre (usando el primero y el último de los puntos-dato) únicamente en el caso de una variable.
- En ambos casos de OD y PPD, si los estudiantes han intentado claramente considerar o propagar las incertidumbres (según sea NM o NS), los moderadores apoyarán lo concedido por el profesor aún si consideraran que el estudiante podría haber hecho un esfuerzo más complejo.

Conclusión y Evaluación:

- El estudiante ha identificado las fuentes más relevantes de error sistemático. El moderador apoyará lo concedido por el profesor, aun si le es posible identificar alguna fuente de error adicional.
- Los moderadores son más críticos en relación con el tercer aspecto que con las modificaciones asociadas a las citadas fuentes de error. Si el moderador advierte que una tarea resultó demasiado sencilla como para representar verdaderamente el espíritu del criterio, hace el oportuno comentario en el 4/IAF respecto a lo inadecuado de la tarea, dando completa justificación de las medidas que deben tomarse al respecto, pero el moderador no necesariamente reduce la calificación del estudiante. En consecuencia, los estudiantes pueden obtener altas calificaciones en OD o PPD con un breve trabajo en base a datos limitados, pero si los estudiantes

han cumplido con los requerimientos de los aspectos dentro de ese pequeño rango, el moderador mantendrá las calificaciones del profesor.

C. Moderación y TIC

El BI recomienda el uso de programas de registro de datos aún para el trabajo evaluado. El axioma clave que debe seguirse es que los estudiantes han de ser evaluados por su contribución individual en la tarea evaluada. Para juzgarlo, los moderadores deben ser guiados por el profesor que es quien conoce exactamente lo que los estudiantes han hecho. El moderador aplica los estándares normales en lo que se refiere a lo esperable en la presentación de datos (unidades, incertidumbres, etc.) y gráficos (líneas de mejor ajuste, rotulado de los ejes, escalas adecuadas, etc.).

Sugerencias y recomendaciones para la enseñanza de alumnos futuros

- Resulta necesario que los estudiantes y los profesores estudien cuidadosamente los criterios de EI al llevar a cabo el trabajo práctico que vaya a ser evaluado. No hay que olvidar que el trabajo evaluado es sólo un subconjunto del trabajo completo de EI que los estudiantes deben llevar a cabo
- El proyecto del Grupo 4 no es apropiado para la EI de los cinco primeros criterios.
- Se recomiendan las TIC tanto en el trabajo práctico evaluado como en el no evaluado.
- Para Planificación (a), no resulta recomendable la búsqueda por Internet. Los estudiantes deben hacer sus propias conjeturas sobre la propuesta realizada por el profesor.
- Algunos colegios enviaron la evidencia del proyecto del grupo 4 en CDs. En dos casos, el CD no pudo abrirse. Es necesario que los profesores estén seguros de que el CD con la evidencia sea fácilmente legible.
- El sistema internacional de unidades (SI) debe utilizarse cuando resulte posible. Un colegio midió la fuerza en dinas y otro la distancia en pulgadas. Los estudiantes no fueron penalizados por ello.
- Son esperables gráficas en papel o generadas en ordenador. De todos modos, algunos colegios presentan evidencias de ejes dibujados a mano y de trazado de puntos-dato brutos.
- Se recomienda a los profesores que lean y estudien este informe.

Otros comentarios

La mayoría de los profesores tienen una comprensión clara de los requisitos de EI y presentan a sus alumnos un programa práctico rico y diverso. Aunque algunos colegios se moderaron a la baja y otros a la alta, hubo evidencia suficiente de una aplicación consistente de los criterios de EI. Se recuerda a los profesores que las últimas convocatorias de exámenes sometidas a la actual regulación de EI son las de mayo y noviembre de 2008. Es

necesario que los profesores se familiaricen con los nuevos criterios y requisitos de EI para la primera sesión de mayo de 2009.

Comentarios generales sobre los exámenes

Las pruebas de elección múltiple del BI se diseñan para presentar, en general, preguntas que prueben el conocimiento de hechos, conceptos y terminología, y sus aplicaciones. Estos objetivos de evaluación se especifican en la Guía. Debe advertirse que las preguntas de elección múltiple permiten poner a prueba definiciones y leyes sin recordarlas totalmente, pero requieren comprensión de los conceptos subyacentes.

Aunque las preguntas puedan involucrar cálculos sencillos, los cálculos pueden evaluarse más apropiadamente en las preguntas de las Pruebas 2 y 3. Por ello, no se necesitan calculadoras para la Prueba 1, ni está permitido su uso.

A veces, en las Pruebas 2 y 3, se pide a los candidatos que escriban un corto párrafo para poder evaluar su comprensión de los temas. Basándose en múltiples respuestas, está claro que se ha preparado a los candidatos para dar definiciones y realizar cálculos, pero se muestra poca comprensión de la física subyacente. Es esta falta de comprensión la que impide a los candidatos obtener grados mayores.

Debe animarse a los candidatos para que den definiciones precisas de las magnitudes físicas. No son aceptables las definiciones expresadas total o parcialmente en términos de unidades.

Prueba uno

Bandas de calificación del componente

Nivel Superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 23	24 - 26	27 - 29	30 - 39

Nivel Medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-7	8-11	12-16	17-18	19 - 21	22 - 23	24 - 29

Generalidades

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.

Sólo un pequeño porcentaje del total de profesores, o de Centros, utilizaron los impresos de exámenes G2. Por ejemplo, en NM hubo 79 respuestas de 380 centros. En consecuencia,

resulta difícil evaluar la opinión general, puesto que quienes enviaron los impresos G2 pueden ser sólo aquellos a los que, de alguna manera, las Pruebas les parecieron importantes. Las respuestas indicaban que las pruebas de mayo de 2007 fueron, en general, bien recibidas. La mayoría de los profesores que comentaron las Pruebas consideró que las preguntas eran de nivel apropiado. Sin embargo, una minoría significativa pensó que ambas Pruebas fueron muy exigentes. Tales exigencias pueden tenerse en cuenta cuando se establecen las bandas de calificación. Con pocas excepciones, los profesores consideraron que la Prueba cubría el programa de manera satisfactoria o buena. Cuando se comente la cobertura, debería tenerse en cuenta que ésta debe juzgarse conjuntamente con la Prueba 2. La mayoría de los profesores consideró que la presentación de la Prueba era satisfactoria o buena.

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. En general, un índice de discriminación alto indica que una gran proporción de los candidatos mejores identifica correctamente la clave, en comparación con los candidatos peores. Sin embargo, este puede no ser el caso cuando dicho índice es o alto o bajo.

Prueba 1 NS análisis de ítems

Pregunta	A	B	C	D	En blanco	Índice de dificultad	Índice de discriminación
1	123	2745*	270	51	1	86.05	0.13
2	1797*	551	445	367	30	56.33	0.53
3	91	2242*	254	588	15	70.28	0.48
4	295	263	1765*	859	8	55.33	0.48
5	1933*	354	258	637	8	60.60	0.46
6	304	147	157	2577*	5	80.78	0.33
7	464	2570*	115	37	4	80.56	0.13
8	1225*	620	857	483	5	38.40	0.15
9	638*	120	2321	110	1	20	-0.03
10	84	2349*	265	489	3	73.64	0.42
11	1492*	666	265	757	10	46.77	0.35
12	171	38	2717*	264		85.17	0.24
13	179	353	1030	1611*	17	50.50	0.51
14	1744*	152	85	1205	4	54.67	0.34
15	1224	1492*	292	159	23	46.77	0.53
16	156	2209*	323	493	9	69.25	0.48

17	51	501	2544*	90	4	79.75	0.27
18	860	726	326	1256*	22	39.37	0.41
19	2227*	272	383	296	12	89.81	0.44
20	260	90	1844	995*	1	31.19	0.10
21	261	1697	71	1154*	7	36.18	0.09
22	175	2788*	51	174	2	87.40	0.20
23	509	386	2149*	138	8	67.37	0.46
24	105	245	2661*	175	4	83.42	0.26
25	1314	1468*	203	191	14	46.02	0.34
26	369	431	1063	1317*	10	41.29	0.19
27	352	843	1672*	298	25	52.41	0.59
28	2375*	767	20	24	4	74.45	0.17
29	874	195	427	1683	11	0	0.00
30	143	2112*	111	821	3	66.21	0.33
31	713	328	483	1648*	18	51.66	0.39
32	280	279*	205	2415	11	8.75	0.04
33	423	168	2136*	453	10	66.96	0.42
34	2529*	363	180	107	11	79.28	0.38
35	396	694	1712*	360	28	53.67	0.49
36	223	966	1454*	508	39	45.58	0.28
37	1132	1432	185	422*	19	13.23	0.19
38	227	2257*	463	224	19	70.75	0.45
39	204	328	1866*	744	48	58.50	0.32
40	2060*	637	231	241	21	64.58	0.39

Número de candidatos: 3190

Prueba 1 NM análisis de ítems

Pregunta	A	B	C	D	En blanco	Índice de dificultad	Índice de discriminación
1	503	578	1232*	425	17	44.72	0.40
2	118	2108*	464	63	2	76.52	0.19
3	1066	329	477	861*	22	31.25	0.23
4	1233*	618	390	497	17	44.75	0.56
5	457	360	1190*	737	11	43.19	0.51
6	69	68	157	2458*	3	89.22	0.21
7	404	220	164	1962*	5	71.22	0.38
8	436	2084*	178	52	5	75.64	0.21
9	1089*	428	651	578	9	39.53	0.24
10	618*	256	1748	129	4	22.43	0.01
11	457	93	1958*	244	3	71.07	0.31
12	2273*	352	82	46	2	82.50	0.35
13	916*	594	361	872	12	33.25	0.30
14	844	728	396	766*	21	27.80	0.36
15	1578*	264	599	299	15	57.28	0.52
16	403	2112*	123	87	30	76.66	0.16
17	325	2172*	83	173	2	78.84	0.39
18	151	587	288	1709*	20	62.03	0.43
19	1332	1013*	272	133	5	36.77	0.38
20	326	1930*	145	335	19	70.05	0.40
21	544	358	1696*	139	18	61.56	0.45
22	452	518	781	973*	31	35.32	0.18

23	206	2081*	152	302	14	75.54	0.34
24	1837*	68	68	766	16	66.68	0.27
25	401	1009	952*	335	58	34.56	0.43
26	418	200	1259	852*	26	30.93	0.42
27	568	366	513	1258	50	0	0.00
28	1531*	345	483	362	34	55.57	0.64
29	633	227	1431*	405	59	51.94	0.51
30	428	213	1826*	214	74	66.28	0.39

Número de candidatos: 2755

Comentarios sobre el análisis

Dificultad. El índice de dificultad varía desde alrededor del 9% en NS y el 22% en NM (preguntas relativamente “difíciles”), hasta alrededor del 87% en NS y 89% en NM (preguntas relativamente “fáciles”). La mayoría de los ítems estuvieron entre el 30% y el 70%. Así pues, las Pruebas proporcionaron una buena oportunidad para que todos los candidatos obtuvieran alguna puntuación y, al mismo tiempo, proporcionaran una distribución adecuada de puntos.

Discriminación. Todas las preguntas menos una presentaron 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 en los últimos ítems. Esto puede indicar que los candidatos no tuvieron suficiente tiempo para completar sus respuestas, a pesar de la ausencia de comentarios de los profesores a propósito de ello. Aún así, ello no explica las respuestas ‘en blanco’ del principio de las pruebas. Debería recordarse a los candidatos que no hay penalización para las respuestas incorrectas. Por lo tanto, si se desconoce la respuesta correcta se debería haber planteado una conjetura verosímil. En general, se debería ser capaz de eliminar alguno de los distractores, reduciendo así el elemento a conjeturar.

Comentarios sobre 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

NM P5 y NS P4

Los candidatos deberían darse cuenta de que la ecuación se aplica a situaciones en las que la aceleración es constante en módulo, dirección y sentido.

NM P10 y NS P9

Un error muy común consiste en creer que una disminución de la energía potencial gravitatoria va siempre acompañada de un aumento de la energía cinética. Si la tubería está llena de agua y, como se muestra en el diagrama, su diámetro es constante, entonces la rapidez del agua entrante en la tubería debe ser la misma que la del agua que sale de ella. Naturalmente, ello proporciona una oportunidad excelente de discutir la conservación de la energía.

NM P14 y NS P18

Sorprendentemente, el índice de dificultad de esta pregunta fue bajo. La respuesta correcta era, de hecho, simplemente la expresión por la que se define cualquier escala de temperaturas.

NM P22 y NS P26

Esta pregunta no se basa en los capacitores de placas paralelas. Lo que se pide de los candidatos es una comprensión de los conceptos de conservación de la carga y de carga inducida.

NM P27 y NS P29

Esta pregunta fue retirada de la prueba. Desafortunadamente, al traducir la prueba al español se introdujo una ambigüedad.

Preguntas NS**P5**

El vector representativo de la fuerza Q , en la opción A, debería haber sido vertical. Eso no era totalmente así. Sin embargo, el error no parece haber influenciado negativamente a los candidatos. La única posible respuesta correcta es la A.

P17

Hubo algún comentario de tres profesores a propósito de la claridad del diagrama. Sin embargo, el índice de dificultad fue alto.

P20

Los candidatos no parecen darse cuenta de que las pendientes a las isothermas no pueden ser iguales a altas y a bajas temperaturas.

P32

La Guía no especifica una onda sinusoidal cuando trata el valor cuadrático medio. Ya que el valor de la intensidad de corriente es siempre I_0 , el valor de la r.c.m. será también I_0 .

P36

La Guía especifica el montaje experimental. Éste incluiría algún medio para disipar la energía térmica. En esta pregunta el enunciado se refiere al enfriamiento y ¡la única opción que hace referencia a la energía térmica es la respuesta correcta!

Preguntas NM

P3

Esta pregunta presentó un índice de dificultad muy bajo. La razón de ello puede atribuirse al error habitual sobre la ley de Ohm y su aplicación a circuitos.

P24

Los candidatos deben conocer lo que se entiende por resistencia. Resulta claro que a muchos se les ha inducido a creer que la resistencia se calcula en términos de la pendiente de una gráfica $V-I$.

P30

Se debería constatar que la energía de enlace nuclear se refiere al núcleo y no a los niveles de energía de los electrones que “orbitan” a su alrededor.

Sugerencias y recomendaciones para la enseñanza de alumnos futuros

Los candidatos deben abordar todas las preguntas. Cuando no sepan la respuesta correcta, deberían elegir aquella que consideren más probable. Debería enfatizarse que una respuesta incorrecta no da lugar a una deducción de puntos.

El enunciado debería leerse detenidamente. Parece que algunos candidatos no leen el enunciado completo y después, tras haber comprendido el significado general, cambian de opción. Los ítems de elección múltiple se plantean lo más brevemente que es posible. En consecuencia, toda su redacción es significativa e importante.

Después de decidir la respuesta correcta, los candidatos deberían comprobar que las otras opciones no resultan factibles.

Prueba dos

Bandas de calificación del componente

Nivel Superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 11	12 - 23	24 - 34	35 - 44	45 - 54	55 - 64	65 - 95

Nivel Medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 4	5 - 9	10 - 14	15 - 20	21 - 26	27 - 32	33 - 50

Los comentarios recibidos en los impresos G2 fueron muy útiles a la hora de revisar las dificultades percibidas en la prueba de este año. Hay que ser muy prudente al sacar conclusiones firmes, dado el pequeño número de impresos recibidos de las dos pruebas. Sin embargo, la mayoría de los profesores de ambos niveles consideraron que la prueba había tenido un nivel similar a las de años anteriores. Alrededor del 40% de los Centros consideraban que las pruebas eran ligeramente más difíciles que las del año pasado. Sin embargo, las estadísticas no lo confirman ya que la nota media para cada nivel continua siendo la misma. La inmensa mayoría opinaba que la cobertura del programa, la claridad de la redacción y la presentación de ambas pruebas era o satisfactoria o buena.

Generalidades

Muchos candidatos encontraron difícil responder correctamente a las Pruebas, a pesar de que había muchos puntos asequibles a aquellos candidatos que pugnaron con los aspectos más conceptuales del curso. Como se identificó el año pasado, a menudo los candidatos pierden puntos por culpa de las definiciones, que o bien carecen de precisión o están expresadas en lenguaje no científico. De hecho, la precisión fue un problema a lo largo de todas las Pruebas. Por ejemplo, como el año pasado, un número significativo de candidatos perdió algunos puntos relativamente fáciles de lograr por culpa de líneas de mejor ajuste inaceptables en las preguntas de análisis de datos (A1). Se debe recalcar a los candidatos que la "línea de mejor ajuste" no es necesariamente una línea recta. Hay muchos otros tipos de línea.

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

El equipo de examinadores detectó las siguientes áreas:

- Diferencia entre proporcionalidad y proporcionalidad directa
- Trazado de líneas de mejor ajuste
- Definición de f.e.m. y ley de Ohm
- Cálculos en circuitos
- Diagramas de cuerpo libre
- Determinación de la resultante de varias fuerzas
- Diferencia entre ondas estacionarias y ondas progresivas
- Principio de superposición
- Resonancia
- Inducción electromagnética (NS)

- Velocidad de arrastre
- Definición de intensidad de campo gravitatorio (NS)
- Cálculos del rendimiento de máquinas térmicas (NS)
- Mediciones de la semivida (NS)

Áreas del programa o del examen en que los estudiantes demostraron estar bien preparados

Como el año pasado, resultó muy satisfactorio comprobar que se ponían de manifiesto las siguientes capacidades:

- Sustitución matemática en una ecuación dada
- Manipulación simbólica para demostrar una relación o fórmula dada
- Destrezas computacionales
- Desintegración radiactiva

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

Hubo muchas preguntas comunes a los niveles NM y NS. Los comentarios que siguen están ordenados según aparecen las preguntas en el NS.

Sección A

A1 [NS y NM] – Pregunta sobre análisis de datos

Comentario general

Muchos impresos G2 sugerían que esta pregunta habría resultado difícil para los estudiantes debido a su carácter inusual. Nada más lejos de la realidad; los candidatos obtuvieron a menudo puntuaciones altas y aún los más flojos lograron algún punto.

Debe recordarse que la pregunta de análisis de datos considera, a menudo, situaciones que pueden resultar poco familiares a los estudiantes.

- Generalmente se respondió bien y muchos candidatos se dieron cuenta de que las líneas deberían ser rectas. El significado de la condición en el origen no siempre se mencionó.
- No se respondió bien. “El instrumento tiene un defecto” fue una respuesta habitual. Pocos candidatos se dieron cuenta de la dificultad inherente de localizar la posición cero, dado que el petróleo está confinado en un recipiente.
- [Sólo NS] Los mejores candidatos tuvieron poca dificultad en describir y utilizar este procedimiento estándar.
- NM; (d) NS
 - A menudo se respondió bien.

- (ii) Con frecuencia fue respondida pobremente. Muchos candidatos dibujaron una línea recta que, a continuación curvaron hacia el origen.
 - (iii) A menudo se obtuvieron puntos por error arrastrado, aunque se hubiera dibujado una línea recta en (ii); hubo candidatos que reconocieron que su línea no atravesaba el origen o no cortaba a todas las barras de error.
- (d) NM; (e) NS La mayoría de los candidatos fueron capaces de reordenar la ecuación para llevar a cabo los cálculos. Pocos candidatos seleccionaron valores suficientemente grandes de los radios para obtener un valor válido para la energía.

A2 [NS y NM] Circuitos Eléctricos

- (a) Pocos candidatos fueron capaces de definir correctamente la f.e.m. o de enunciar correctamente la ley de Ohm. En el caso de la f.e.m., las definiciones mezclaban a menudo unidades y magnitudes e.g. “energía por culombio”. Se debería recalcar a los estudiantes que la ley de Ohm no establece que la diferencia de potencial es proporcional a la corriente.
 - (ii) **[Sólo NM]** Muchos candidatos consideraron, incorrectamente, que la resistencia es la pendiente del gráfico.
- (b) (i) –(iii) Muchos candidatos obtuvieron la totalidad de los puntos.
- (c) Con frecuencia, no se respondió bien. Un error común fue comparar la resistencia de carga del primer circuito con la resistencia total del segundo. Otro error fue ignorar la resistencia interna del segundo circuito.

A3 [Sólo NS] Rayos X

- (a) Muchos candidatos fueron capaces de dibujar un espectro de rayos X aceptable, pero también fue evidente que algunos otros no estaban familiarizados en absoluto con el espectro.
- (b) (i) A menudo se respondió bien, pero los candidatos más flojos intentaron frecuentemente utilizar la ecuación de De Broglie.
 - (ii) Muchos candidatos calcularon el valor correcto, pero no supieron explicar sus cálculos.

Sección B

B1 [NS y NM] Modelo de helicóptero

- (a) Muchos candidatos estaban familiarizados con una versión de la tercera ley de Newton y fueron capaces de indicarlo, aunque casi ninguno pudo seguir adelante para demostrar cómo ello conduce al principio de conservación del momento.
- (b) Muchos candidatos se dieron cuenta de que el aire soporta al helicóptero, pero no todos establecieron alguna relación con la tercera ley de Newton y el equilibrio.
- (c) Casi todos los candidatos obtuvieron el punto posible.
- (d) y (ii) La mayoría de los candidatos fracasaron al calcular la masa de aire y el ritmo de cambio del momento.

- (e) Con frecuencia se estableció la relación entre lo pedido y la respuesta a (d) (ii), y muchos candidatos obtuvieron un punto por el error arrastrado.
- (f) De nuevo, se obtuvieron puntos frecuentemente por error arrastrado.
- (g) Los diagramas de cuerpo libre fueron, a menudo, pobres y mostraban una variedad de fuerzas ficticias tales como la fuerza que empuja hacia adelante.
- (h) Las explicaciones respecto al porqué actúa sobre el helicóptero una fuerza hacia adelante fueron, a menudo, ingeniosas pero incorrectas. Se vio mucho trabajo incorrecto e inapropiado, y muchos candidatos mezclaron diagramas de fuerza y aceleración. Raramente se observó una resolución correcta o un triángulo correcto con una explicación correcta.
- (i) **[Sólo NM]** La mayoría de los candidatos se dio cuenta de que el helicóptero debería experimentar resistencia al movimiento, pero pocos fueron capaces de explicar que esta fuerza aumenta a medida que lo hace la velocidad del helicóptero.

(i)-(j) **[Sólo NS]**

- (i) Normalmente se respondió bien.
- (j) (i) Normalmente se respondió bien.

(ii) En rigor, debería haberse indicado en el enunciado que CD y AB eran procesos adiabáticos. Sin embargo, la inmensa mayoría de los candidatos comprendió que algo debía haber sucedido entre BC y DA. Otros, de manera clara, no comprendieron la situación. A este respecto, el equipo de examinadores entendió que ningún candidato había salido perjudicado por la omisión.

B2

B2 Parte 1 [NS y NM] Ondas

- (a) A menudo, los candidatos no indicaron la segunda manera.
- (b) Al describir el principio de superposición, muchos candidatos confundieron amplitud con desplazamiento.
- (c) (i) Aunque con frecuencia se respondió bien, hubo algunas respuestas muy ocurrentes.
- (ii) Un número satisfactorio de candidatos se dio cuenta de la importancia de las posiciones estacionarias de los nodos, pero hubo algunas respuestas en las que se indicó que la onda se está moviendo tan rápido que parece estacionaria.
- (d) (i) Muchos estudiantes no lograron constatar el hecho de que la resonancia lleva consigo un aumento de la amplitud, aún cuando dichos candidatos llegaron a completar correctamente los cálculos de (ii).
- (ii) A menudo se respondió bien.

(e) [Sólo NS]

- (i) Muchos candidatos se dieron cuenta de que las ondas deberían ocasionar batidos, pero no supieron describir realmente lo que se oiría.

- (ii) Muchos candidatos fueron capaces de calcular la frecuencia de las dos ondas y conocían la relación entre las frecuencias y la frecuencia de batido.

B2 Parte 2 [Sólo NS] Estrella de neutrones

- (a) A menudo se omitió la referencia a una masa pequeña/puntual/de prueba.
- (b) (i) Con frecuencia se dedujo correctamente la relación, pero sin explicarla.
 - (ii) Los cálculos se hicieron usualmente bien.
- (c) Frecuentemente se omitió la relación entre la intensidad de campo gravitatorio y la aceleración centrípeta, y muchos candidatos sólo respondieron a la pregunta parcialmente.

B2 Parte 2 [Sólo NM] Desintegración radiactiva

- (a) (i) Frecuentemente, el protón y el neutrón se identificaron correctamente como nucleones.
 - (ii) Pocos candidatos redactaron explicaciones completas y, a pesar de que la pregunta indicaba que las respuestas deberían darse en términos de los nucleones y de las fuerzas entre ellos, en muchas respuestas no se hizo referencia alguna a la fuerza nuclear fuerte.
- (b) (i) Con frecuencia bien respondida.
 - (ii) A menudo resultó problemática la conversión de la unidad de masa atómica a julios.
- (c) Frecuentemente se respondió bien, pero los candidatos más débiles omitieron una explicación a sus respuestas.

B3

B3 Parte 1 [NS y NM] Gases y líquidos

- (a) Muchos candidatos respondieron bien, pero varios indicaron una única diferencia expresada de dos maneras distintas. El término “media” se omitió frecuentemente al referirse a la separación.
- (b) Muchos candidatos constataron que las moléculas tienen diferentes energías cinéticas, pero no reconocieron el significado del verbo “explicar”.
- (c) La capacidad térmica se confundió, a menudo, con el calor específico.
- (d) (i) Usualmente bien respondida.
 - (ii) Con frecuencia el cálculo se hizo bien.
 - (iii) Con frecuencia el cálculo se hizo correctamente.

B3 Parte 2 [Sólo NS] Conducción eléctrica y corrientes inducidas

- (a) Muy pocos candidatos comprenden el concepto de velocidad de arrastre.

- (b) (i) Hubo muy pocas respuestas correctas a (i) y, en consecuencia, ello condujo a respuestas inapropiadas a (ii).
 - (iii) La explicación hizo fracasar a muchos candidatos.
- (c) (i) Aunque a menudo la ley de Faraday se citó correctamente, raramente se aplicó correctamente para responder a (ii).
 - (iii) A pesar de las pobres respuestas al resto de la pregunta, muchos candidatos acertaron con uno de los cálculos, o con ambos.

B3 Parte 2 [Sólo NM] Conducción eléctrica y fuerza sobre un conductor en un campo magnético

- (a) (i) Sorprendentemente, con frecuencia se respondió mal.
 - (ii) Muy pocos candidatos comprenden el concepto de velocidad de arrastre.
- (b) (i) Sorprendentemente, con frecuencia se respondió mal.
 - (ii) Con frecuencia, la relación se dedujo correctamente.
- (c) (i) y (ii) Con frecuencia, ambos apartados se respondieron bien.

B4

B4 Parte 1 [Sólo NS] Desintegración radiactiva

- (a) (i) Frecuentemente, el protón y el neutrón se identificaron correctamente como nucleones.
 - (ii) La estructura de quarks de los nucleones se conocía bien.
 - (iii) Pocos candidatos redactaron explicaciones completas y, a pesar de que la pregunta indicaba que las respuestas deberían darse en términos de los nucleones y de las fuerzas entre ellos, a menudo no se hizo referencia alguna a la fuerza nuclear fuerte.
- (b) (i) A menudo bien respondida.
 - (ii) En muchas respuestas no se hizo referencia a la conservación de la energía y/o al espectro beta.
 - (iii) A menudo resultó problemática la conversión de la unidad de masa atómica a julios.
- (c) (i) y (ii) La técnica de medición de semividas de isótopos con semividas de larga duración no se comprendió bien. Pocos candidatos se dieron cuenta de que la actividad disminuye poco durante tiempos razonables de medida y, por lo tanto, se necesita conocer el número inicial de átomos en la muestra.

B4 Parte 2 [Sólo NS] Rozamiento

- (a) En general, bien respondida.
- (b) Pocos candidatos hacían referencia a las superficies en contacto y muchos dieron a entender que el rozamiento estático es siempre mayor que el dinámico.

- (c) En general, bien respondida.
- (d) Muchos candidatos pensaron que el bloque se movería con velocidad constante.

Recomendaciones y orientaciones para la enseñanza de futuros estudiantes

Mientras que en el examen de este año los candidatos daban la impresión de realizar bien los cálculos, un tema corriente ha sido la falta de precisión en la redacción de las respuestas, especialmente en aquellas que requerían de una explicación. Hubo pocos argumentos que se dedujeran lógicamente siguiendo etapas relevantes. Debería animarse a los candidatos a ser capaces de definir los términos que empleen. Un número significativo de candidatos (en particular de Nivel Medio) parecían no estar suficientemente preparados para este examen. Para estos candidatos, la experiencia no puede haber sido gratificante, ni esperanzadora. Debería alertarse a los candidatos acerca del significado del verbo de acción con el que comienza la pregunta; “explique” requiere una respuesta más detallada que “indique”.

Como se ha sugerido otros años, el equipo de examinadores recomienda trabajar con pruebas anteriores (y con los esquemas de corrección asociados) para obtener una buena preparación para el examen. Ello no sólo familiarizará a los candidatos con el formato del examen, sino que muchos lograrán obtener un buen conocimiento del nivel de detalle requerido y de las capacidades que se están evaluando. Algunos candidatos respondieron a todas las preguntas en hojas separadas y no escribieron nada sobre el cuadernillo de examen. Ello conlleva el copiado de gráficas, lo que debe haber representado para dichos candidatos mucho tiempo consumido. Situaciones como esta podrían haberse evitado si dichos candidatos hubieran practicado con pruebas anteriores. Debe animarse a los candidatos a escribir de manera clara y legible, evitar el uso del lápiz y disponer de una regla durante el examen.

Prueba tres

Bandas de calificación del componente

Nivel Superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 6	7 - 12	13 - 20	21 - 25	26 - 31	32 - 36	37 - 60

Nivel Medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 3	4 - 7	8 - 11	12 - 15	16 - 20	21 - 24	25 - 40

Generalidades

La mayoría de los candidatos pareció encontrar la prueba asequible y hubo muchos casos de buena comprensión del contenido. No hubo evidencia de que a los candidatos les faltara tiempo para terminar su trabajo.

La realimentación obtenida de los profesores a través de los impresos G2 para NM y NS puede resumirse como sigue. Sin embargo, debe tenerse presente que los Centros que presentaron el impreso G2 fueron algo menos del 25%.

Nivel Medio

- El 76% encontró la prueba de un nivel similar al del último año, el 10% más fácil y el 14% más difícil. Globalmente, el 96% consideró que la prueba tenía un nivel adecuado, el 3% que era demasiado difícil y el 1% que era demasiado fácil.
- Alrededor del 24% consideró satisfactoria la cobertura del programa, el 6% pensó que era pobre y el 70% la encontró buena.
- Alrededor del 31% consideró satisfactoria la calidad de la redacción, el 68% buena y el 1% satisfactoria.
- Alrededor del 17% consideró satisfactoria la presentación y el 83% buena.
- Como en años anteriores, las opciones más respondidas fueron la A (Ampliación de mecánica) y la H (Óptica).

Nivel Superior

- Alrededor del 77% encontró la prueba de un nivel similar al del último año, el 6% un poco más fácil y el 17% un poco más difícil. Globalmente, el 96% consideró que la prueba tenía un nivel adecuado, un 2% que era demasiado difícil y un 2% que era demasiado fácil.
- Alrededor del 34% consideró satisfactoria la cobertura del programa y el 66% la encontró buena.
- Alrededor del 34% consideró satisfactoria la calidad de la redacción, el 64% buena y el 2% pobre.
- Alrededor del 18% consideró satisfactoria la presentación y el 82% buena.
- Como en años anteriores, las opciones más respondidas fueron la H (Óptica), la F (Astrofísica) y la G (Relatividad).

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

Las áreas identificadas como difíciles por el equipo de examinadores fueron las siguientes:

- Definiciones y aplicación de las ideas sobre potencial gravitatorio.
- Explicación de conceptos físicos de modo que se demuestre comprensión (e.g. explicación del tiempo propio, transformaciones de Galileo, radiación de fondo cosmológica y fenómenos de difracción).

- Comparación de espectros de rayos X.
- Relación entre los espectros atómicos de líneas y los correspondientes niveles de energía
- Aplicación de la segunda ley de la termodinámica a situaciones reales.
- El mecanismo completo de una reacción nuclear en cadena
- Las bases de las imágenes por tomografía computerizada
- Los fenómenos relacionados con el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra.
- La comparación entre los modelos atómicos de Thomson y Rutherford.
- Efectos de la resolución en difracción.
- Proporcionar suficiente profundidad y detalle en preguntas calificables con más de un punto. Esto resultó particularmente cierto en preguntas que involucraban a los verbos de acción “explicar”, “discutir” y “describir”.

Áreas del programa o del examen en que los estudiantes demostraron estar bien preparados

Frecuentemente, la mayoría de los candidatos hizo bien los cálculos matemáticos sencillos. Muchos parecían bien preparados y capaces de proporcionar algunas respuestas excelentes que mostraban una buena comprensión de los conceptos, particularmente en las opciones de Ampliación de Mecánica, Astrofísica y Óptica.

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

Sólo NM

Opción A – Ampliación de Mecánica

A1 Movimiento de proyectiles

Muchos candidatos fueron capaces de obtener la totalidad de los puntos de esta pregunta, con buenas dosis de física bien razonada. Sin embargo, hubo algunos errores debidos al pobre tratamiento de las cifras significativas. El cálculo de la altura máxima del muro trajo problemas a alguno que no fue capaz de abordar la segunda parte de los cálculos, aunque obtuvo el tiempo correcto de recorrido hasta el muro. Algún candidato no se dio cuenta de que los tiempos de los recorridos horizontal y vertical hasta el muro eran idénticos.

A2 Equilibrio en el contexto de una grúa

Muchos candidatos reconocieron que la resultante de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en equilibrio debe ser nula, pero no supieron establecer un enunciado similar respecto al momento resultante, a menudo presentado como el requerimiento sobre las fuerzas pero de un modo diferente. En el cálculo de la distancia, en la segunda parte, se presentaron muchas soluciones precisas y bien explicadas.

A3 Potencial gravitatorio

Esta pregunta trajo más dificultades a los candidatos, comenzando muchos de ellos con una definición inadecuada de potencial gravitatorio en un punto. Los fallos incluían definiciones en términos de la energía total del cuerpo o de la fuerza que actuaba sobre él. Muchos erraron al referir el potencial al infinito. El esquema del potencial gravitatorio también dio problemas. Muchos esquemas mostraban una conducta asintótica en ambos ejes (en vez de en el eje de distancia solamente). Pocos candidatos presentaron la línea con una intersección en el eje de potencial –a menudo, esta era también asintótica. En general, la claridad de los esquemas fue pobre y el comportamiento “asintótico” dibujado sin la debida atención. Los candidatos harían bien en tratar dichos diagramas con mucho más cuidado.

La velocidad de impacto del meteorito sobre la Luna habitualmente se respondió bien, pero algún candidato no llevó a cabo los cálculos desde el principio y cometió errores. Los candidatos, a menudo desprecian tomar la raíz cuadrada como último paso de un cálculo. Los factores que pueden aumentar la velocidad de impacto se indicaron de manera muy pobre. Sorprendentemente, la sencilla parte final, en la que se pedían sugerencias sobre los cambios de energía con la distancia, mostró evidencias de confusión respecto a la verdadera naturaleza y sentido de los cambios de energía.

Opción B – Física Cuántica y Física Nuclear

B1 Espectros de rayos X

Muchos fueron capaces de completar el cálculo rutinario de la longitud de onda mínima, pero a continuación realizaron torpes intentos de modificación del gráfico intensidad-frecuencia. A pesar de la sugestiva pista (con un largo eje x), casi nadie fue capaz de establecer la conexión entre la duplicación de la diferencia de potencial aceleradora y el cambio en la frecuencia máxima de los rayos X.

B2 Espectros atómicos

Las explicaciones de la relación entre los espectros atómicos de líneas y los niveles atómicos de energía fueron pobres e incompletas. Las conexiones esenciales no están bien establecidas en la mente de los candidatos. Casi todos los exámenes presentaban deducciones satisfactorias de la energía del fotón. Sólo la mitad de los candidatos, aproximadamente, pudo identificar las transiciones entre los niveles de energía y el sentido en la que ocurrían las transiciones electrónicas.

B3 Radiactividad

La mayoría fue capaz de identificar el antineutrino electrónico en la desintegración del carbono-14, así como de indicar la clase de partícula fundamental a la que pertenece la partícula beta. Igualmente exitosos resultaron los cálculos de la constante de desintegración y de la edad del cuenco en el experimento de datación por carbono 14. Sin embargo, pocos fueron capaces de proporcionar una descripción completa y precisa de la determinación de la semivida de un núclido de semivida larga. Las descripciones fueron sencillas y basadas, usualmente, en el trabajo práctico involucrado en la determinación de un isótopo de semivida corta, que los candidatos habrían visto llevar a cabo.

Opción C – Ampliación de Energía**C1 Procesos Termodinámicos**

Muchos candidatos se mostraron seguros de sí mismos en sus descripciones de un cambio adiabático. Sin embargo, muchos se confundieron con el gráfico e identificaron erróneamente el sentido de los cambios en el frigorífico. Un número sustancial de candidatos identificó correctamente el cambio isobárico, pero el sentido del flujo de energía resultó más difícil y hubo muchas respuestas equivocadas, aún aceptando el error acarreado para aquellos que inicialmente asignaron un sentido incorrecto de cambio. La mayoría reconoció que el trabajo realizado en un ciclo de cambios es igual al área encerrada por el ciclo sobre el gráfico y pudo continuar calculando correctamente el trabajo realizado dentro de límites aceptables.

C2 Fisión nuclear

Esta pregunta sencilla y mayormente descriptiva se respondió de manera decepcionante. Demasiado a menudo, los candidatos hacían comentarios físicos insulsos e incompletos y erraban al considerar lo que los examinadores pedían realmente. En la primera parte se pedía a los candidatos que explicaran si la fisión nuclear constituía una fuente renovable o no. La mayoría indicó simplemente su punto de vista, sin justificarlo. Esto resultaba inaceptable. Igualmente, la inmensa mayoría concedió un muy bajo nivel de ventaja a la fisión nuclear sobre la quema de combustibles fósiles, y típicamente lograron uno de los dos puntos disponibles. Muy pocas discusiones sobre la reacción nuclear en cadena mencionaron la producción de energía, lo que claramente formaba parte de la pregunta. Raramente los cálculos obtuvieron la totalidad de los puntos, y el trabajo era confuso y estaba mal presentado. Aproximadamente un tercio de los candidatos realizó la totalidad de los cálculos hasta alcanzar la solución correcta. El rendimiento del 23% constituyó una dificultad especial para muchos.

NM y NS conjuntamente**Opción D – Física Biomédica****D1 Factores de escalamiento**

Se esperaba que esta pregunta se respondiera bien, pero sólo un número sorprendentemente pequeño de candidatos fue capaz de realizar algún progreso con el problema. La combinación de un cubo y un cuadrado fue, para muchos, pedir demasiado.

D2 Intensidad sonora

Aunque muchos escribieron en detalle sobre el oído, había poca sustancia en sus respuestas y la mayoría no trató el tema de la pregunta. No se describió el oído medio como un dispositivo para aumentar las variaciones de presión, y no se comprendió el modo de funcionamiento de la cóclea. El papel de los cambios en la cóclea en la discriminación del habla se describió a un nivel muy simple, con carencia de claridad al describir qué es lo que provoca baja discriminación del habla.

D3 Absorción de rayos X

La exposición de los mecanismos de atenuación de la radiación X se respondió bien. Sin embargo, pocos fueron capaces de dar una respuesta convincente ni de la tomografía computerizada, ni de cómo sus imágenes difieren de las convencionales de rayos X.

D4 [Sólo NS] Tasa metabólica

Esta pregunta se respondió superficialmente. Había cuatro puntos disponibles, pero a menudo los candidatos sólo lograron dos o tres. Muchos mencionaron o (mejor) describieron la tasa metabólica basal, pero sólo dieron una breve mención a las otras pérdidas de energía involucradas en el metabolismo.

D5 [Sólo NS] Radioisótopos en medicina

Mientras que todos los candidatos realizaron correctamente el sencillo cálculo de la semivida efectiva, las partes descriptivas restantes de la pregunta indicaron que los candidatos se sentían inseguros con los conceptos que respaldan las ideas de semivida efectiva, física y biológica. Las descripciones resultaban incompletas y flojas.

Opción E – Historia y desarrollo de la física**E1 Movimiento planetario**

A menudo, las descripciones del movimiento retrógrado no incluyen la importante información de que el movimiento aparente de los planetas es contra el fondo de estrellas fijas. En la segunda parte, los candidatos dibujaron una ayuda visual aceptable sobre el diagrama pero, a continuación, no la usaron en su explicación. Había dos preguntas para probar la comprensión de los candidatos sobre el movimiento de la Luna respecto a la Tierra, un tema que no había sido objeto de examen por algún tiempo. Se encontraron carencias en los candidatos y muy pocos sabían que la Luna gira alrededor de su eje en el mismo tiempo en que lo hace alrededor de la Tierra. De igual modo, pocos parecían comprender que la Luna recorre alrededor de $\frac{1}{28}$ de su órbita en 24 h y, por tanto, sale cada día por un lugar distinto.

E2 Ley de gravitación de Newton

Muchos candidatos comprendían lo que significa el carácter universal de la ley de gravitación, pero se mostraron inseguros al explicar la contribución de Newton a la aceptación de las leyes de Kepler.

E3 Determinación de Thomson de e/m_e

Se preguntaba a los candidatos que resumieran cómo se midió la velocidad en este experimento y muchos dieron una respuesta casi completa. Algunos, sin embargo, tenían muy poca idea del experimento o de sus detalles. Los diagramas, cuando se presentaron, eran pobres y carecían de detalles y de calidad.

E4 Modelos del átomo nuclear

Aunque muchos tenían ideas razonables acerca de los modelos de Thomson y Rutherford, a menudo se omitieron los puntos fundamentales o se indicaron vagamente. Con frecuencia, en sus respuestas no se apreciaba la escala relativa de ambos modelos y resultó raro que un candidato diera una descripción completa de los núcleos, en el caso de Rutherford.

E5 [Sólo NS] Modelo de Bohr del átomo de hidrógeno

Los éxitos y las limitaciones del modelo de Bohr estaban claros y resultaban bien conocidos, pero muchos no pudieron presentar el cálculo estándar de la constante de Rydberg. Hubo un fallo al no darse cuenta de que los valores de n debían ir de 1 a ∞ para el cálculo pedido y muchos no alcanzaron a comprender el álgebra de la pregunta. Se trata de un cálculo estándar que debería haber resultado asequible a la mayoría de los candidatos. Inevitablemente, se confundieron las ideas de De Broglie y Schrödinger y muchos candidatos sencillamente respondieron mal a la pregunta al poner énfasis en resumir cómo pueden existir órbitas estables sin contradecir a la teoría electromagnética.

Opción F – Astrofísica**F1 Brillo estelar**

Esta opción comenzaba con una definición sencilla de luminosidad, que la mayoría respondió correctamente. Algunos dieron como respuesta “energía” o “potencia por unidad de tiempo”, estando claramente confundidos. Igualmente, muchos fueron capaces de citar uno de los factores que determina la luminosidad. Así, un buen número de candidatos pudo continuar hasta lograr la totalidad de los puntos con su resumen de por qué las variables Cefeidas presentan una variación periódica en su luminosidad; dichos candidatos supieron apreciar tanto la física de los cambios en la estrella variable como la razón que conduce a los cambios en la luminosidad. Hubo muchas explicaciones satisfactorias y bien presentadas del cálculo de la distancia a la estrella. Los candidatos explicaron el papel del radio y llegaron convincentemente a una respuesta precisa. Usualmente fracasaron aquellos candidatos que abordaron la resolución a partir, exclusivamente, de los datos de la estrella B.

F2 Cosmología

Con respecto al espectro del cuerpo negro, la mayoría obtuvo uno de los dos puntos posibles. El error más común fue no reconocer que la curva no sólo es de más altura, sino que el máximo está desplazado hacia longitudes de onda más cortas. Las restantes partes de esta pregunta exigían una comprensión clara de la radiación de fondo cosmológica, de cómo surge y de qué puede deducirse de su existencia. Las respuestas fueron confusas y divagadoras. Los candidatos no tenían claro este tema. La parte final de la pregunta pedía un esquema del tamaño del Universo frente al tiempo para los casos de Universo abierto, plano y cerrado. Resultó muy pobre. Casi todos los candidatos dibujaron curvas que coincidían al principio de los tiempos, en vez de en el momento presente. El trazado de las curvas era pobre y poco convincente. Los estudiantes podrían haber recordado estas curvas en detalle. La mayoría respondió bien a la pregunta, que pretendía probar el conocimiento sobre la densidad necesaria para que el Universo fuera cerrado, pero algunos no supieron reconocer que la gravedad es la fuerza responsable del cierre.

F3 [Sólo NS] Galaxias

Muchos candidatos no supieron reconocer que la formación de una galaxia es un asunto gravitatorio. Muy pocos fueron capaces de lograr la totalidad de los puntos al describir un supercúmulo galáctico y resultaba claro que muchos se enfrentaban al tema por primera vez. El cálculo de la edad del Universo se hizo bien.

F4 [Sólo NS] Evolución estelar

La mayoría tenía cierta comprensión del límite de Chandrasekhar, pero fue incapaz de expresarlo con la suficiente claridad como para puntuar. Era importante indicar claramente si la estrella se encontraba por encima o por debajo del límite para que continuase hacia la etapa de enana blanca. Por otro lado, bastantes fueron capaces de describir la evolución de las estrellas grandes hasta su etapa neutrónica o de agujero negro, aunque algunos olvidaron mencionar el papel de la supernova en su formación.

Opción G - Relatividad**G1 Dilatación temporal**

Las respuestas de los candidatos a la pregunta sobre la longitud propia sugerían que tenían alguna comprensión del concepto. Por otro lado, frecuentemente el tiempo propio se expresó y describió pobremente. Los cálculos siguientes relativos a la desintegración del muón se hicieron bien, pero con muchos errores de cifras significativas. La segunda parte, a menudo estuvo asociada con un cálculo correcto de γ , pero aplicándolo incorrectamente. La dilatación temporal se explicó pobremente en el contexto del muón y la mayoría de los comentarios describían simplemente la dilatación temporal en general. Los candidatos no han leído bien la pregunta.

G2 Incremento relativista de masa

El bosquejo de la variación de la masa del electrón con la velocidad se hizo a menudo tan negligentemente como para perder puntos. La física esencial es que la masa no nula de un electrón aumenta asintóticamente hasta que v/c toma el valor 1. Los candidatos mostraron este aumento comenzando para valores de v/c que eran demasiado pequeños y el trazado de la asíntota a menudo resultaba caprichoso. En verdad, los candidatos deben prestar más atención al trazado de esquemas que muestren claramente características esenciales. Muchos hicieron bien los cálculos.

G3 Simultaneidad

En lo que, evidentemente, era una pregunta bien diseñada, muchos tenían una idea clara de la física esencial pero a menudo la expresaron pobremente. Muy pocos sugirieron que el encendido de la luz se observaba simultáneamente, pero de ninguna manera todos los que conocían la respuesta correcta fueron capaces de lograr la totalidad de los puntos con sus explicaciones.

G4 [Sólo NS] Espacio-tiempo y agujeros negros

Los candidatos tienen una idea correcta de lo que se entiende por agujero negro, en este popular apartado de la Opción, y fueron capaces de expresarlo bien. Sin embargo, no se

estableció bien la relación entre el radio de Schwarzschild y la masa del agujero negro, y consecuentemente se hizo pobremente. Muchos describieron correctamente el efecto de un agujero negro sobre un objeto que se le aproxima siguiendo una trayectoria de no impacto. Sin embargo, las repercusiones totales de cómo la atracción gravitatoria parecía surgir de la distorsión del espacio-tiempo usualmente no fueron claramente descritas. En particular, aunque los candidatos a menudo reconocieron que la curvatura del espacio-tiempo conduce a un camino curvado porque resulta ser la distancia más corta en el espacio-tiempo distorsionado, no supieron explicar como el movimiento posterior se juzga como equivalente a una fuerza, la cual describimos como gravitatoria.

Opción H Óptica

H1 Índice de refracción

Los diagramas de rayos de la relativamente fácil situación de profundidad real y aparente fueron decepcionantes. Los diagramas se hicieron de un modo rudimentario, a veces sin regla. Los candidatos a menudo no mostraron ningún cambio significativo en la dirección del rayo cuando salía del agua. Es importante hacer diagramas claros y no ambiguos. A continuación, casi todos los candidatos abordaron exitosamente el cálculo de la profundidad de la piscina. Una crítica similar puede hacerse de los diagramas incidentes sobre el ojo del buzo. Frecuentemente, los ángulos de incidencia y de refracción no guardaban entre sí relación alguna. En este nivel, resulta importante para los candidatos demostrar un conocimiento de los hechos básicos dibujando diagramas aceptables.

H2 Lentes convergentes

A menudo, los diagramas de rayos eran físicamente correctos, pero de nuevo la calidad del trabajo dejaba mucho que desear. Sólo una minoría no pudo construir la imagen virtual final. Las definiciones de punto próximo a menudo fueron flojas y revelaban un completo desconocimiento del verdadero significado de este importante parámetro. Alrededor de la mitad de los candidatos pudieron llegar a calcular correctamente la distancia objeto-lente. Entre los errores comunes estaba el no considerar el signo correcto en la ecuación de la lente o el no calcular correctamente la distancia imagen en la situación de la pregunta. Muchos candidatos comprendían el significado de las aberraciones esférica y cromática, y dieron razones correctas de su aparición. Sin embargo, fueron comparativamente raras, y a menudo confusas, las descripciones de la apariencia de la imagen con estas dos aberraciones. Los candidatos que entendían la aberración esférica frecuentemente prosiguieron sugiriendo una reducción técnica apropiada.

H3 [Sólo NS] Difracción y resolución en un telescopio

En verdad, resultó raro encontrar buenas respuestas a esta pregunta. A menudo, el patrón de franjas de difracción se rotuló pobremente y, a menudo, el diámetro del máximo central de la placa se confundió con el radio. Sin embargo, los candidatos fueron bastante mejores al calcular la resolución del telescopio y, por tanto, la separación de las estrellas. Con frecuencia, las descripciones de los cambios de apariencia de la imagen fueron vagas y difíciles de seguir. Los candidatos pugnaron para expresar sus ideas.

Recomendaciones y orientaciones para la enseñanza de futuros estudiantes

Las recomendaciones del equipo de examinadores incluyen las siguientes ideas:

- Los candidatos deberían tener más oportunidades a lo largo del curso para practicar con problemas tipo examen.
- Se debe proporcionar a los candidatos la lista de verbos de acción, tal y como aparece en el programa, y ayudarles con ellos. Resulta claro que muchos candidatos no reconocen la diferencia entre, por ejemplo, indicar y explicar una respuesta.
- Cuando se utilice un diagrama como ayuda a una respuesta, se debe animar a los candidatos a prestar atención a la precisión del diagrama. Esto es particularmente cierto en el caso de los diagramas de rayos, en los que muchos candidatos no utilizan ni un lápiz afilado ni una regla.
- Se debería dedicar suficiente tiempo para cubrir en profundidad las Opciones elegidas.