

Informes generales de la asignatura, noviembre de 2014

FÍSICA

Bandas de calificación de la asignatura

Nivel Superior

Calificación final:	1	2	3	4	5	6	7
Rango de puntuaciones:	0 - 15	16 - 27	28 - 40	41 - 49	50 - 60	61 - 69	70 - 100

Nivel Medio

Calificación final:	1	2	3	4	5	6	7
Rango de puntuaciones:	0 - 14	15 - 26	27 - 37	38 - 47	48 - 56	57 - 65	66 - 100

Nivel Superior y Nivel Medio

Bandas de calificación del componente

Calificación final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 8	9 - 16	17 - 22	23 - 27	28 - 33	34 - 38	39 - 48

Ámbito y adecuación del trabajo entregado

A los moderadores les impresionó la extensión y el alcance del trabajo práctico. La mayoría de los colegios han seguido un programa práctico muy completo y los profesores han evaluado trabajos apropiados. Aunque la mecánica viene siendo tradicionalmente el

elemento central del trabajo práctico, existe una gran variedad de actividades prácticas en las principales áreas temáticas de la física, incluida la opción de relatividad (pero no para la EI). La calidad de la mayor parte del trabajo de los alumnos fue impresionante y todos los colegios demostraron un gran trabajo y determinación.

Desempeño de los alumnos con relación a cada criterio

Diseño (D) La mayoría de los colegios han utilizado propuestas de diseño apropiadas y bien fundamentadas. Están bien representadas investigaciones como la del dominó, el bote de una pelota, el voladizo, la caída de una pelota sobre un cráter, etc. Sin embargo, en unos pocos casos las propuestas no resultaron apropiadas; por ejemplo, al pedir a un alumno que diseñe una investigación con la que confirmar la ley de Hooke, o cuando el profesor proporcionó tanto la variable independiente como la dependiente. Las mejores propuestas de diseño son aquellas que llevan a los alumnos a investigar una relación entre dos variables y no un valor concreto. Los alumnos deben tener presente que para lograr un completo en Diseño es necesario definir las variables (y afirmaciones vagas como “Mediré el tiempo” necesitan de una aclaración respecto a cómo se hará). También las definiciones operacionales ayudan en el diseño de un método. Esto cae dentro de la capacidad para controlar las variables. No es necesario plantear ninguna hipótesis en el criterio de Diseño; y las mejores investigaciones sobre diseño son aquellas en las que el alumno desconoce la teoría o la ecuación relevante. El Diseño no es una actividad basada en investigación científica ni en libros de texto. Algunos colegios llevan a cabo dos actividades de diseño seguidas por dos trabajos de OPD y CE para la evaluación.

Obtención y presentación de datos (OPD) Tal como se esperaba, los alumnos suelen lograr buenas puntuaciones bajo el criterio OPD. Los alumnos hacen un uso apropiado de las TIC, elaboran sus informes con procesador de texto y utilizan software para trazar las gráficas. Todo esto es recomendable. Los datos brutos siempre tienen incertidumbre y el alumno ha de tenerlo en cuenta. Los moderadores buscan una breve indicación de por qué el alumno da un valor concreto para la incertidumbre, y ello tanto para los datos brutos como para los procesados. Cuando se evalúa la OPD se espera que los alumnos hayan elaborado gráficas. Hubo algunos casos en los que las gráficas habrían resultado relevantes, pero los alumnos solo hicieron cálculos. En este tipo de ejemplos no se puede lograr una nota completa en el aspecto 3 de la OPD. Los profesores deben ser conscientes de que eso es lo que se espera. Además, es importante que el alumno (y no el profesor) decida qué magnitudes representar gráficamente y cómo procesar los datos.

Conclusión y evaluación (CE) Sigue siendo el criterio más difícil para los alumnos. En lo que se refiere al aspecto 1 de la CE, los alumnos necesitan pensar más allá de los datos disponibles, al objeto de dar una justificación basada en una interpretación razonable de los datos. Con esta intuición se pueden examinar los extremos del rango de datos, el origen de la gráfica o el punto de corte con el eje y en busca de un significado físico. Los alumnos pueden incluso dar alguna interpretación física de la relación general (quizás una hipótesis). Es necesario que los profesores se fijen en ello cuando califican el aspecto 1 como completo, ya que muchas veces los moderadores tuvieron que cambiar una puntuación “completa” por una “parcial”. En general, en el aspecto 1 lo más habitual fue no alcanzar la puntuación “completa”. Si los alumnos realizan una práctica de física estándar y conocida y se evalúa la

CE, entonces no resulta probable que puedan incurrir en debilidades o mejoras. La evaluación de la CE es mejor cuando los alumnos han diseñado y llevado a cabo el trabajo por sí mismos. Muchos alumnos construyen dos columnas paralelas para los aspectos 2 y 3 de la CE. Esto les ayuda a aclarar las ideas.

Recomendaciones para la enseñanza a futuros alumnos

Muchos colegios están concediendo a sus alumnos tan solo dos oportunidades para lograr sus mejores puntuaciones. Es recomendable que, después de que los alumnos se hayan familiarizado con las expectativas de la EI, tengan varias oportunidades de ser evaluados, quizás tres o cuatro, a partir de las que obtener las dos más altas de cada criterio para la EI. Se recomienda también que no se utilicen simulaciones para la evaluación. Puesto que la puntuación de la EI forma parte de la calificación global del alumno, es importante que se trabaje en solitario. Deben obtener sus propios datos, decidir cómo procesarlos y escribir solos el informe. El trabajo en grupo no está permitido. Aunque muchos colegios tienen correctamente en cuenta los errores y las incertidumbres, para otros colegios sigue siendo una de las áreas más flojas. Es necesario que los profesores evalúen el tratamiento apropiado de las incertidumbres en el trabajo de laboratorio así como en las gráficas.

Comentarios adicionales

En la moderación de noviembre de 2014 para la evaluación interna de física se manifestaron muy pocos problemas de procedimiento. Se incluyeron correctamente hojas de presentación, instrucciones y firmas. Como en otras ocasiones, hubo una variedad de impresos 4/PSOW, pero todos ellos incluían la información necesaria, por lo que esta variante resultó satisfactoria. La mayoría de los informes de los alumnos se hicieron con procesador de texto y las gráficas se trazaron con aplicaciones gráficas. Se apreció también un buen uso de tecnologías de la información en diversos trabajos, muchos con software libre. Los profesores incluyeron muchas veces comentarios escritos sobre su evaluación en las hojas de alumnos; esto sirvió de gran ayuda a los moderadores para entender las puntuaciones de los profesores. Hubo algunos colegios que incluyeron solamente dos muestras de trabajo evaluado en sus 4/PSOW. Se recomienda encarecidamente que se concedan a los alumnos más de dos oportunidades para lograr sus mejores puntuaciones.

Queda claro que se comprenden bien las expectativas actuales de la EI y que los profesores han adecuado gran parte de su trabajo a que los alumnos rindan bien en la EI. En su mayor parte, la moderación no dio lugar a cambios de puntuación; en unos pocos casos se aumentó la puntuación y en algunos casos más se redujo. Los profesores han de saber que sus puntuaciones solamente se moderan a la baja con razones y justificación muy concretas. Los moderadores se esfuerzan por respaldar el criterio del profesor.

Prueba 1 del Nivel Superior y del Nivel Medio

Bandas de calificación del componente del Nivel Superior

Calificación final:	1	2	3	4	5	6	7
Rango de puntuaciones:	0 – 10	11 – 13	14 – 19	20 – 22	23 – 26	27 – 29	30 – 40

Bandas de calificación del componente del Nivel Medio

Calificación final:	1	2	3	4	5	6	7
Rango de puntuaciones:	0 – 7	8 – 9	10 – 13	14 – 15	16 – 17	18 – 19	20 – 30

Comentarios generales

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

Todos los años se recibe de los profesores algún comentario de que la prueba 1 o la 2 no está equilibrada en cuanto a la cobertura del programa de estudios. Debe observarse, no obstante, que estas dos pruebas juntas pretenden proporcionar una evaluación válida del programa de estudios al completo, tanto en contenidos como en habilidades. Las habilidades específicas que deben ser alentadas en los alumnos para resolver bien las preguntas de opción múltiple se describen en la sección final de este informe.

Solo un pequeño porcentaje de los colegios participantes en las pruebas devolvieron los impresos G2. Asumimos que quienes no vieron la necesidad de cumplimentar el impreso G2 se muestran, en general, satisfechos con las pruebas. Para el NM hubo 17 respuestas de 198 colegios, y para NS 16 respuestas de 268 colegios. Al mismo tiempo que damos las gracias a quienes se molestaron en darnos la información solicitada en los impresos G2, rogamos a todos los colegios su colaboración; se presta gran atención a los comentarios de los profesores, que contribuyen al proceso de establecer bandas de calificación realistas y justas, dada la naturaleza de esta prueba.

Las respuestas recibidas han indicado que las pruebas tuvieron en general una buena acogida; muchos de los G2 recibidos contenían comentarios favorables. La mayoría de los profesores que hicieron comentarios sobre las pruebas consideraron que contenían preguntas de nivel adecuado, aunque un número significativo de profesores tuvo la impresión de que tanto el NM como el NS fueron ligeramente más difíciles que las pruebas del año

pasado. Con pocas excepciones, los profesores han considerado que la presentación de las pruebas y la claridad de la redacción han sido satisfactorias o buenas.

Análisis estadístico

El rendimiento global de los alumnos y el correspondiente a las diferentes preguntas se ponen de manifiesto en el análisis estadístico de las respuestas. Los datos se indican en los recuadros inferiores. Los números en las columnas A-D y en la de "En blanco" son los números de alumnos que eligieron esa opción o que dejaron la respuesta en blanco.

La clave (opción correcta) está indicada por una casilla sombreada.

El *índice de dificultad* (quizá sería mejor llamarlo índice de facilidad) es el porcentaje de alumnos que dieron la respuesta correcta (la clave). Un índice alto indica pues una pregunta fácil. El *índice de discriminación* es una medida de lo bien que la pregunta ha permitido distinguir entre alumnos de diferentes capacidades. En general, un mayor índice de discriminación indica que una mayor proporción de los mejores alumnos ha identificado correctamente la clave, en comparación con los alumnos más flojos. Esto puede no ser así, sin embargo, cuando el índice de dificultad es alto o bajo.

Análisis de las preguntas de la prueba 1 del NS

Pregunta	A	B	C	D	En blanco	Índice de dificultad	Índice de discriminación
1	425	241	524	88	10	40,68	0,58
2	117	451	319	397	4	65,84	0,51
3	114	41	108	1021	4	79,27	0,26
4	64	341	759	117	7	58,93	0,64
5	829	190	177	91	1	64,36	0,52
6	8	113	489	677	1	52,56	0,34
7	637	160	419	64	8	32,53	0,40
8	257	667	172	189	3	51,79	0,53
9	894	87	96	209	2	69,41	0,47
10	792	235	113	138	10	61,49	0,72
11	127	1036	68	56	1	80,43	0,16
12	35	68	746	435	4	33,77	0,61
13	197	789	205	93	4	61,26	0,47
14	167	896	188	36	1	69,57	0,43
15	79	891	243	73	2	69,18	0,32
16	438	222	479	144	5	37,19	0,22
17	769	180	126	203	10	59,70	0,48
18	31	1065	91	97	4	82,69	0,35
19	264	751	72	189	12	20,50	0,18
20	479	223	42	540	4	41,93	0,41
21	120	26	993	143	6	77,10	0,34
22	122	270	69	825	2	64,05	0,61
23	140	185	131	827	5	64,21	0,56
24	229	956	80	20	3	74,22	0,19

25	263	141	29	851	4	20,42	0,36
26	99	393	104	679	13	52,72	0,44
27	106	705	274	198	5	54,74	0,58
28	50	40	1050	145	3	81,52	0,34
29	234	886	104	57	7	68,79	0,49
30	187	108	872	115	6	67,70	0,55
31	876	105	82	210	15	68,01	0,58
32	417	212	439	215	5	16,46	0,24
33	75	479	64	664	6	51,55	0,57
34	644	508	88	41	7	50,00	0,63
35	386	530	144	212	16	29,97	0,31
36	40	999	161	78	10	77,56	0,38
37	893	288	46	48	13	69,33	0,27
38	167	580	152	358	31	45,03	0,48
39	78	53	1106	42	9	85,87	0,31
40	247	850	123	53	15	65,99	0,61

Número de alumnos: 1288

Análisis de las preguntas de la prueba 1 del NM

Pregunta	A	B	C	D	En blanco	Índice de dificultad	Índice de discriminación
1	694	276	40	75	1	63,90	0,30
2	65	148	467	401	5	43,00	0,43
3	127	271	362	325	1	54,88	0,39
4	160	55	183	685	3	63,08	0,43
5	497	272	205	109	3	45,76	0,41
6	119	169	214	583	1	53,68	0,48
7	360	166	497	61	2	45,76	0,35
8	628	130	18	308	2	57,83	0,28
9	20	189	401	472	4	43,46	0,39
10	511	274	227	69	5	20,90	0,26
11	114	204	141	625	2	57,55	0,29
12	76	726	51	231	2	66,85	0,33
13	61	131	738	153	3	14,09	0,28
14	131	792	62	98	3	72,93	0,29
15	549	258	106	166	7	9,76	0,00
16	85	238	607	151	5	55,89	0,60
17	51	595	138	301	1	54,79	0,10
18	59	747	126	148	6	68,78	0,41
19	797	76	178	33	2	73,39	0,39
20	135	241	142	560	8	51,57	0,46
21	130	366	228	357	5	32,87	0,41
22	142	728	134	76	6	67,03	0,37
23	86	88	696	210	6	64,09	0,49
24	44	911	90	39	2	83,89	0,30

25	294	486	133	158	15	27,07	0,11
26	330	141	487	118	10	44,84	0,48
27	278	272	116	414	6	38,12	0,52
28	628	325	59	67	7	57,83	0,32
29	408	281	288	99	10	26,52	0,23
30	226	360	246	234	20	33,15	0,44

Número de alumnos: 1086

Comentarios sobre el análisis

Dificultad

El índice de dificultad varía desde alrededor de un 16% en el NS y de un 10% en el NM (preguntas relativamente “difíciles”) hasta alrededor de un 86% en el NS y de un 84% en el NM (preguntas relativamente “fáciles”). En torno a un 80% de las pruebas cayeron dentro del rango 30-80, lo que dio a las pruebas una distribución adecuada de las puntuaciones al tiempo que permitió a todos los alumnos lograr puntos.

Discriminación

Todas las preguntas presentaron un valor positivo para el índice de discriminación. Lo ideal sería que el índice fuera aproximadamente mayor de 0,2. Esto se alcanzó en la mayoría de las preguntas. No obstante, un índice de discriminación bajo puede no ser el resultado de una pregunta poco fiable. Puede indicar un error conceptual extendido entre los alumnos o tratarse de una pregunta con un índice de dificultad alto.

Respuestas “en blanco”

En ambas pruebas, hubo un pequeño número de respuestas en blanco dispersas por toda la prueba con un ligero incremento hacia el final. Esto podría indicar que algunos alumnos no dispusieron del tiempo suficiente para completar sus respuestas, mientras que otros dejaron de lado las preguntas de las que no estaban seguros. **Debe recordarse a los alumnos que no hay penalización por las respuestas incorrectas.** Por lo tanto, si se desconoce la respuesta correcta, debería hacerse una suposición razonable. En general, debería ser posible eliminar algunas de las respuestas de “distracción”, lo que aumenta la probabilidad de elegir la correcta. Si los alumnos se centran en seleccionar la respuesta correcta, y no en resolverla (como pudiera ser en la prueba 2), entonces deberían tener tiempo suficiente para completar todas las preguntas y poder revisar las dudosas.

Puntos fuertes y débiles de los alumnos al abordar cada una de las preguntas concretas

El rendimiento de los alumnos en cada una de las preguntas individuales se indica en las tablas estadísticas anteriores, junto con los valores de los índices. En la mayoría de los casos basta con esta información para cada pregunta específica. Se comentan a continuación solamente algunas preguntas seleccionadas, concretamente aquellas representativas de algún aspecto particular o que suscitaban comentarios en los G2.

Preguntas comunes del NM y del NS

NM P3 y NS P2

La resistencia del aire depende de la velocidad, por lo que inicialmente, cuando el cuerpo aumenta su velocidad, la aceleración disminuirá. Por consiguiente, A y C pueden descartarse de inmediato. Muchos alumnos eligieron C, lo cual indica claramente que no habían leído la pregunta con atención. Al aproximarse el cuerpo a la velocidad final, su aceleración se aproximará a cero, lo que apunta a D como respuesta correcta. Pero, lamentablemente, D también indicaría una reducción brusca en la aceleración al principio, mientras que debería tratarse de una reducción gradual (como en C). Tanto B como D se aceptaron como respuestas correctas para esta pregunta.

NM P10 y NS P7

(b) Esta pregunta se resolvió mal pero fue útil para discriminar. Un vistazo rápido a las respuestas posibles revela que todas tienen diferentes unidades. Luego este debería ser el criterio preferido de resolución (en casos así, es una pérdida de tiempo deducir la respuesta exacta). La capacidad térmica se expresa en J K^{-1} . Pt resulta en julios (joules), luego la respuesta correcta solo puede ser la C.

NM P13 y NS P12

La respuesta más popular fue la C, incorrecta. Da la impresión de que muchos alumnos no repararon en que la intensidad de una onda es proporcional al *cuadrado* de la amplitud.

NM P23 y NS P28

Algunos comentarios de los formularios G2 sugirieron que B sería válida con $n = 3$ y $m = 5$. Pero esto sería solamente una posibilidad matemática y no hay evidencia de que los alumnos se confundieran. Más de un 80% de los alumnos del NS y más de un 60% de los del NM eligieron la respuesta correcta, reconociendo la reacción como fusión.

NM P25 y NS P35

Se recibieron algunos comentarios de que esto no estaba en el programa de estudios. La indicación de evaluación 8.8.1, sin embargo, exige claramente que los alumnos sepan diferenciar entre un "proceso simple" y un "proceso cíclico" al convertir energía térmica a trabajo. Esta pregunta consistía en una evaluación muy directa del elemento del programa de estudios y el bajo rendimiento podría indicar que el tema no se enseñó bien.

NM P30 y NS P38

La indicación de evaluación correspondiente es la 8.6.6. Un esquema sencillo (por ejemplo, de un cilindro lleno de agua que se reduzca hasta un exagerado 50% al caer la temperatura) debería hacer ver de inmediato la respuesta correcta.

NM P29 y NS P1

Se trató tal vez de una pregunta un tanto difícil para ser la primera de la prueba del NS, pero debe enseñarse a los alumnos a lo largo del curso a que tengan en cuenta las unidades de cada concepto con el que se encuentren. De hecho, los conceptos a menudo están implícitos en las unidades. La “capacidad de calor superficial” solo puede estar en $\text{Jm}^{-2}\text{K}^{-1}$ y como $J = \text{kgm}^2\text{s}^{-2}$, la C ha de ser la respuesta correcta.

Preguntas del NS

P16

La A fue una opción popular, lo que indica que algunos alumnos no tenían clara la relación entre el número de fotones por segundo en una onda lumínica, la intensidad de la onda y su frecuencia.

P19

Esta pregunta debería haber sido trivial, pero muchos alumnos eligieron la opción B. Esto muestra la importancia de leer con atención la pregunta. Los alumnos no deben asumir que toda la información relevante vaya a estar en el diagrama.

P25

La mayoría de los alumnos se decantaron por D. Mediante un esquema simple se ve que a una altura de $3r$ por encima de un planeta, la distancia al centro del planeta es $4r$.

P26

La única opción de distracción creíble era la B y algunos alumnos no tuvieron en cuenta que se trataba de un ion *negativo*.

P32

Las respuestas más populares fueron A y C, ambas incorrectas. Hay que asumir que los alumnos no leyeron la pregunta con suficiente atención y que, al ver las palabras “metal” y “electrones”, imaginaron inmediatamente que se trataba del efecto fotoeléctrico.

P34

Es necesario un diagrama sencillo que muestre el agotamiento de la muestra con las semividas crecientes. Los que optaron por B quizá se apresuraron a extraer conclusiones sin esa imagen visual.

Preguntas del NM

P2

Resultó sorprendente la cantidad de alumnos que claramente no se percataron de que la raíz cuadrada implica reducir a la mitad el porcentaje de incertidumbre.

P7

La A fue una opción popular. Debe enseñarse a los alumnos la diferencia conceptual entre el momento y la energía cinética para que se entienda que si dos objetos de masas diferentes en movimiento tienen igual momento, entonces sus energías cinéticas nunca pueden ser iguales.

P8

Es habitual que no se entienda bien la tercera ley de Newton, por lo que resulta reconfortante ver tantas respuestas correctas a esta pregunta. Si a los alumnos se les enseña correctamente que la fuerza de X sobre Y es igual y opuesta a la fuerza de Y sobre X, entonces las *únicas* respuestas posibles son A o B.

P15

Los alumnos encontraron esta pregunta la más difícil de la prueba, hasta el punto de que la respuesta correcta fue la que *menos* se eligió. La clave para identificar la solución correcta sería un diagrama simple que muestre que una vez que la partícula se ha desplazado una distancia de $x_0/3$, entonces su distancia a la posición de equilibrio es $2x_0/3$. Llevando este valor a la ecuación relevante del Cuadernillo de datos, se obtiene directamente la respuesta C.

P21

La estadística sugiere que muchos alumnos se mostraron confusos ante esta pregunta. Las líneas de campo han de empezar y terminar sobre una carga, lo que significa que solamente A y B podrían ser correctas estando presentes solo dos cargas. Pero las líneas de campo estarán en la misma dirección al salir de una carga, por lo que D es la única solución razonable.

P26

Se espera que los alumnos retengan ciertos hechos de memoria. Así, deberían ser capaces de identificar U-235 como el isótopo activo del combustible nuclear y comprender que el enriquecimiento del uranio implica aumentar la proporción de U-235 que contiene.

P27

Dado que los núcleos de uranio y plutonio son aproximadamente del mismo tamaño, debería estar claro que la formación de uno a partir del otro no puede ser ni por fusión ni por fisión.

La respuesta C no produciría ningún cambio (ya que un electrón es una partícula beta), por lo que la correcta ha de ser la D.

Recomendaciones y orientación para la enseñanza a futuros alumnos

Las preguntas de opción múltiple proporcionan una manera excelente, motivadora y muy eficaz en el tiempo para examinar y promover el aprendizaje a lo largo de un curso. Pueden utilizarse como introducciones con las que estimular el debate así como para test rápidos y nunca deberían verse como un añadido final, con una prueba de cada vez, exclusivamente para practicar la convocatoria final de examen.

No existe una estrategia correcta única con las preguntas de opción múltiple, por lo que se requiere flexibilidad de razonamiento. Debe alentarse a los alumnos a desarrollar estrategias para identificar la respuesta correcta, en lugar de deducirla como harían en una prueba 2. Entre las estrategias que permiten resolver con éxito las preguntas de opción múltiple estarían:

- Leer la pregunta cuidadosamente. Por ejemplo, *V* en NM P16 se refiere al *volumen* y no al *voltaje*. Y el eje vertical en NM P3 (NS P2) se refiere a la *aceleración*.
- Eliminar las respuestas claramente erróneas. Por ejemplo, NM P27.
- Tener en cuenta las unidades. Hay evidencia abundante de que no se está enseñando a los alumnos la importancia y la necesidad de las unidades. Se mencionan para ayudar al alumno, no para incomodarlo, y con frecuencia permiten identificar la respuesta correcta. Esto se ve con claridad en NM P10 (NS P7), pero también es aplicable a NM P16, 17, 19 y NS P21.
- Si dos respuestas son lógicamente equivalentes, entonces han de ser ambas erróneas.
- Exagerar una variable – esto muchas veces orienta al alumno en la dirección correcta, en particular cuando una variable está en el denominador de una respuesta y en el numerador de otra.
- Dibujar la situación mientras se lee el enunciado. Un esquema sencillo puede ayudar a comprender el enunciado y muchas veces orientará al alumno hacia la respuesta correcta. Esto es especialmente importante para alumnos con habilidades lingüísticas flojas.
- Diferenciar entre las funciones coseno y seno – incrementando mentalmente el ángulo hasta 90° se verá cuál es correcta.
- Utilizar la proporción: cantidad nueva = cantidad anterior \times fracción, en donde la fracción depende de las variables que hayan cambiado. Por ejemplo, NS P5, 10, 12, etc.
- Fijarse en los ejes de las gráficas y utilizar unidades para asignar significado a la pendiente y al área. Por ejemplo, NS P4.
- Si todo lo demás falla, aventurar una suposición razonada.

Los alumnos deberían intentar responder a todas las preguntas. Se ha de enfatizar que las respuestas incorrectas no provocan una penalización en la puntuación.

Las gráficas, los diagramas de fuerzas y otras formas de ilustración son herramientas fundamentales con las que los físicos intentan modelar y comprender el mundo. Debe animarse a los alumnos a dibujar las respuestas a los problemas antes de consultar el Cuadernillo de datos y lanzarse a los cálculos. Se ha demostrado, también a partir de las pruebas escritas, que esta habilidad no la tienen muchos alumnos.

El enunciado debe leerse con cuidado. Inevitablemente, algunas preguntas pueden ser a primera vista similares a preguntas planteadas en el pasado, pero los alumnos no deberían sacar conclusiones precipitadas. Parece que algunos alumnos no leen el enunciado completo sino que, más bien, una vez que han captado el sentido general pasan a las opciones. Las preguntas de opción múltiple se formulan con la mayor brevedad posible. Por consiguiente, todas las palabras son significativas e importantes. Los alumnos deben también tener en cuenta que se les pide que encuentren la **mejor** respuesta. A veces puede no ser 100% correcto, pero los alumnos de física deberían estar acostumbrados a identificar e ignorar cantidades que tengan una influencia despreciable.

Los alumnos deberían consultar la Guía de Física actual (marzo de 2007) durante la preparación del examen con el fin de tener claros los requisitos para el éxito en los exámenes. Los profesores han de ser conscientes de que las preguntas se preparan a partir de los requisitos del programa de estudios, ¡no a partir de pruebas anteriores!

Esta Guía invita a los alumnos a recordar algunos hechos simples, aun cuando la mayor parte de la física se orienta a procesos. Este tipo de hechos se prestan a preguntas de opción múltiple, por lo que los profesores no han de ser reacios a pedir a sus alumnos que ocasionalmente memoricen información. Las definiciones (que siempre se enuncian de forma deficiente en las pruebas escritas) se comprueban y se aprenden tal vez mejor con preguntas sencillas de opción múltiple.

Los alumnos pueden esperar que la proporción de preguntas que abarca un tema concreto coincida con la proporción de tiempo asignada a la docencia de ese tema, tal como se especifica en la Guía de Física. Se debe dedicar tiempo abundante a la docencia de temas tales como el calentamiento global y el efecto invernadero de una manera rigurosa con contenido físico. La cultura general que la mayoría de la gente suele tener sobre estos temas de la Guía no siempre es suficiente para responder a las preguntas correspondientes, que no son triviales.

Prueba 2 del Nivel Superior

Bandas de calificación del componente

Calificación final:	1	2	3	4	5	6	7
Rango	de 0 – 11	12 – 22	23 – 32	33 – 42	43 – 52	53 – 62	63 – 95

puntuaciones:

Comentarios generales

La mayor parte de los alumnos se esforzaron por responder el número exigido de preguntas y parecieron disponer de tiempo suficiente para completar la prueba. Resulta evidente que muchos colegios proporcionan abundantes pruebas anteriores, pues se respondieron bien los tipos de preguntas que ya se habían planteado en el pasado.

Hubo numerosas ocasiones en que la mala letra dificultó la corrección. En particular, no siempre estuvieron claras las potencias de diez ni las comas decimales. Con mucha frecuencia, a los examinadores les costó descifrar los razonamientos de los alumnos en los cálculos. Y a menudo no había ningún tipo de razonamiento. (Véase la sección sobre recomendaciones al final de este informe).

En esta convocatoria, solo 26 colegios presentaron sus impresiones en los formularios G2. Estos comentarios resultan muy útiles para el diseño de futuros exámenes y se anima a los profesores a que proporcionen comentarios con prontitud por medio de su coordinador de IB. Hubo una satisfacción generalizada con la cobertura del programa de estudios. Un 85% de los colegios estimaron que la prueba tenía la dificultad adecuada, mientras que los restantes colegios la consideraron demasiado difícil. Un 58% de los colegios estimaron que la prueba tuvo una dificultad similar a la del año pasado; el 31% la encontraron más difícil y solo un 4% la consideraron un poco más fácil. Ningún colegio consideró que la claridad o la redacción de la prueba fuera pobre; una mayoría describió estos aspectos como muy buenos o excelentes.

Áreas del programa y del examen que les resultaron difíciles a los alumnos

- Leer la pregunta con atención y resaltar datos clave.
- Disposición del trabajo escrito de izquierda a derecha y de arriba abajo.
- Ordenar la información en las preguntas descriptivas. Se ven muy raramente diagramas de flujo o puntos enumerados.
- Uso excesivo de hojas suplementarias.
- Dar correctamente las definiciones convencionales; p. ej. Del trabajo o de la f. e. m.
- Manejar correctamente las unidades y las potencias de diez en los cálculos.
- Inspección cuidadosa de las unidades y las potencias de diez en los ejes de las gráficas.
- Uso de la calculadora, en particular de la configuración de grados y radianes.
- Mostrar todas las deducciones, una línea argumental clara y suficientes cifras significativas en las preguntas de tipo “muestre que”.
- Trazar tangentes en el punto correcto (NM) y de longitud suficiente.

- Elegir puntos bien separados al determinar un gradiente.
- Aludir a formas de energía en las preguntas sobre transferencia de energía.
- Resolver preguntas sobre “transferencia de energía térmica” haciendo intervenir calores específicos y latentes.
- Las unidades eV, MeV, etc.
- La diferencia entre moderador y barras de control (NS solamente).

Áreas del programa y del examen en las que los alumnos demostraron estar bien preparados

- Trazar una curva suave como línea de mejor ajuste.
- El efecto fotoeléctrico, especialmente el uso de la gráfica de energía cinética frente a frecuencia.
- NS: Energías cinética y potencial gravitatoria, velocidad de escape, etc. No obstante, faltó en general la idea de que un valor de la EP negativo creciente constituye una reducción.
- Los cálculos básicos de circuitos, aunque los cálculos de resistencia interna fueron con frecuencia flojos.
- El movimiento armónico simple.
- NS: El criterio de Rayleigh.
- Recursos energéticos.

Puntos fuertes y débiles de los alumnos al abordar cada una de las preguntas concretas

Ha habido muchas preguntas comunes entre la P2 del NM la P2 del NS. Estas están marcadas con * en la sección siguiente. Para los comentarios del NM a preguntas no comunes, véase la sección de la P2 del NM.

Sección A

1 [NS y NM] Pregunta de análisis de datos

En general esta pregunta fue accesible para prácticamente todos los alumnos.

*(a) La inmensa mayoría de los alumnos supieron trazar correctamente una curva suave pasando por (o muy cerca de) todos los datos. En esta convocatoria, hubo muy pocas líneas rectas.

*(b)(i) Las tangentes se trazaron por lo general en el punto correcto, pero a veces con longitud inadecuada. Para lograr el primer punto se exigía que el valor de ΔR fuera $> 3,5\Omega$.

Un error habitual fue el de pasar por alto el falso origen en el eje T . El signo negativo del gradiente se omitió con frecuencia. Demasiados alumnos utilizaron las coordenadas de un punto único al intentar determinar el gradiente.

*(b)(ii) Casi todos los alumnos supieron proporcionar la unidad correcta para el gradiente.

*(c) Las barras de error para R fueron normalmente correctas o estuvieron dentro de la tolerancia permitida.

*(d)(i) Demasiados alumnos utilizaron 0,78A en lugar de 0,78mA al determinar la potencia. De hecho, las potencias de diez se manejaron por lo general mal en toda la prueba.

*(d)(ii) Fueron habituales los errores aritméticos, pero la mayoría de los alumnos supieron alcanzar la incertidumbre total de 7,6%. Pero a menudo no supieron redondearla a una cifra significativa.

2. Hielo derritiéndose

*(a) Una pregunta sencilla, pero al hallar la entrada de energía algunos alumnos pasaron por alto el tiempo de 45 s. El calor específico del hielo se calculó correctamente por lo general.

*(b) Muchos alumnos no supieron organizar su trabajo en una secuencia lineal dentro de la casilla de respuesta. Debe enseñarse a los alumnos a escribir de izquierda a derecha en la hoja y a utilizar todo el ancho del papel. Son demasiados los alumnos que escriben de arriba abajo y saltan después a lo alto de la hoja para volver a escribir de arriba abajo. Se ignoran a menudo las líneas punteadas en las casillas de respuesta. Esta técnica es deficiente y difícil para la corrección. Muchos alumnos pusieron la energía necesaria para derretir el hielo en el lado erróneo de la ecuación de energía, pero llegando a veces a la temperatura correcta.

3. Reacciones nucleares

(a)(i) X es un neutrón y casi todas las respuestas fueron correctas. Los comentarios en el G2 sugieren que la expresión "indique la naturaleza de X " fue un tanto imprecisa. Es un comentario útil, pero en esta ocasión los alumnos no parecieron verse afectados por esta cuestión.

(a)(i) Liberación instantánea de energía: se aceptaron energía de enlace, energía cinética (de las partículas), radiación gamma. No se aceptó energía de calor.

*(b)(i) Algunos alumnos hallaron la pérdida de masa en lugar de la masa del U-235 fisionado. La masa de un átomo de uranio fue con frecuencia incorrecta. Se esperaba que los alumnos la determinaran a partir del número másico. Algunos indicaron una masa de 235 g Otro error común fue el de hallar una masa por segundo, en vez de por día. No obstante, se vieron muchas respuestas correctas.

*(b)(ii) Los razonamientos fueron a menudo confusos. Se pasó por alto muchas veces el rendimiento de 0,32 de la central energética. Aun cuando muchos alumnos acabaron determinando la salida de potencia de la central energética en W , hubo también respuestas

en que se daba la salida de energía por día. Hubo unos cuantos alumnos que utilizaron eV/s y esto se aceptó con un punto.

*(c) Hubo cierta confusión entre el moderador y las barras de control. No obstante, la mayoría de los alumnos sabía que el moderador de grafito frena a los neutrones (debido a las colisiones inelásticas) hasta energías térmicas que maximizan la probabilidad de que se produzca la fisión.

(d) Resumir las transferencias de energía que se producen en una central nuclear es una pregunta frecuente, pero las respuestas mostraron muchas veces poco orden. Bastaría con un simple diagrama de flujo. Energía térmica del núcleo > energía térmica del refrigerante > energía cinética del vapor > energía cinética de la turbina > energía eléctrica del generador, o similar. Fueron demasiados los alumnos que apenas mencionaron la energía; no se obtuvo puntuación por respuestas de tipo "...se calienta agua para producir vapor que acciona una turbina...".

4. Órbitas de satélites

(a) A los alumnos se les pidió que mostrasen que la lanzadera no podía escapar al campo de la Tierra. Hay muchas maneras de abordar esto, pero las respuestas fueron en general buenas. Solo los alumnos más flojos no supieron por dónde empezar.

(b)(i) La determinación de la energía total de una masa en la órbita de la Tierra es un desarrollo típico de clase. La mayoría supo reproducirlo, pero no todos explicaron cómo se deduce la fórmula para la energía cinética orbital.

(b)(ii) Determinar el radio de la órbita resultó difícil para la mayoría de los alumnos. Muchos obtuvieron valores negativos u órbitas con un radio menor que el radio de la Tierra. Esto se debió a la falta de cuidado con los símbolos utilizados para los dos radios diferentes.

(c) Pocos alumnos hicieron corresponder una reducción en la energía total con un valor crecientemente negativo. El hecho consecuente de que el radio de la órbita disminuye y la velocidad aumenta resultó poco intuitivo para la mayor parte de alumnos. La mayoría optó erróneamente por una disminución en la energía cinética debida fuerzas de resistencia.

5. DISPOSITIVOS ACOPLADOS POR CARGA (CCD).

(a) Se determinó correctamente con frecuencia la energía de un único fotón, pero se vieron muchos errores a continuación. Fallaron a menudo las potencias de diez, así como la manipulación de la potencia por unidad de área, pero muchos lograron determinar el número de fotones por segundo. La pregunta daba la respuesta aproximada, por lo que para demostrar que se había hecho el cálculo se esperaba una respuesta con al menos dos cifras significativas.

(b) Al determinar la diferencia de potencial a través del píxel se pasó por alto a veces el rendimiento cuántico o se utilizó una potencia de diez incorrecta para la capacidad (capacitancia). Hubo unos cuantos alumnos que dividieron la energía, en vez de la carga, por la capacidad.

Sección B

6. Parte 1 Recursos energéticos

*(a) Al diferenciar entre fuentes renovables y no renovables de energía, se esperaba que los alumnos hicieran referencia a la tasa de uso en comparación con la tasa de producción. Muchos afirmaron simplemente que las fuentes renovables de energía durarán indefinidamente o que no pueden agotarse fácilmente, lo que se dio por bueno con solo un punto. Entre las respuestas inválidas estuvo la afirmación de que las fuentes renovables de energía se podrían volver a utilizar indefinidamente o que no contaminaban o que solamente la energía no renovable “se degradaba”.

*(b) Al describir los paneles solares y las células fotovoltaicas, la mayoría de los alumnos supieron describir las transformaciones de energía para lograr un punto. Pocos apreciaron que se requería también algún comentario sobre cómo funcionan estos dispositivos.

*(c)(i) Este cálculo del rendimiento de una célula fotovoltaica era sencillo y se respondió bien.

*(c)(ii) Los alumnos por lo general no tuvieron problemas para indicar dos razones por las cuales no es constante la intensidad de la radiación solar. Algunos alumnos mencionaron la latitud, demostrando que no habían leído la pregunta con cuidado. Esta es una pregunta que se plantea con frecuencia.

*(d)(i) Hallar el área del panel solar era ligeramente más difícil que el cálculo previo; aun así, hubo muchas respuestas correctas.

*(d)(ii) Los alumnos más brillantes utilizaron sus datos para llevar a cabo una comparación cuantitativa entre el rendimiento de los dos dispositivos. No obstante, hubo muchas respuestas afirmando simplemente que los paneles solares son más eficientes.

*(e) Aun cuando los alumnos no supieran los detalles concretos del Protocolo de Kyoto, podían aventurar qué se recomendaría. Reducir las emisiones de gases invernadero, reducir la dependencia de combustibles fósiles, un mayor uso de fuentes renovables de energía nombrándolas, mejorar el transporte público, etc.

6. Parte 2 Transformadores

(f) Muchos alumnos describieron el propósito de un transformador reductor. La pregunta pedía características, tales como el núcleo de hierro o el hecho de tener más espiras en la bobina primaria que en la secundaria.

(g) Rara vez se mencionaron otras características, como tener un núcleo laminado o bobinas de baja resistencia, con explicaciones, como maneras de incrementar el rendimiento de un transformador.

(h)(i) Un punto muy fácil: 4,1 W.

(h)(ii) Para determinar la corriente primaria, era necesario aplicar correctamente el rendimiento a la potencia de los dos circuitos. Hubo muchas respuestas correctas, aunque algunos pusieron el rendimiento en el lado erróneo de la ecuación.

(h)(iii) El consumo de potencia de una TV en modo de espera o *standby* supuso un cálculo fácil para lograr un punto.

7. Movimiento de un barco

*(a) Al describir el significado de “trabajo” las respuestas fueron muy variadas. La más habitual fue la de “fuerza por distancia/desplazamiento en la dirección de la fuerza”. No obstante, muchos alumnos omitieron mencionar la dirección. Se dio por válida $F \cos \theta$, pero había que explicar todos los símbolos.

*(b)(i) El uso de $F \cos \theta$ fue por lo general correcto, pero se produjeron muchos errores en potencias de diez con la fuerza o las unidades de distancia.

*(b)(ii) La mayor parte de los alumnos supieron hallar la potencia suministrada por la cometa, aun cuando algunos emplearon 250kN en vez de su componente. También se resolvió bien la expresión de esta potencia como fracción de la potencia total. Como se daba la respuesta aproximada del 40%, se exigían al menos dos cifras significativas (p. ej. 38%) para lograr el punto final.

*(c) Se trataba de otra pregunta de tipo “muestre que”, en la que se exigía un desarrollo completo y dos cifras significativas en la respuesta final. Se dedujo a menudo $P = kv^3$ y se utilizó para hallar una respuesta rápida, pero hubo otros métodos alternativos. Muchos alumnos asumieron erróneamente que el trabajo efectuado por el motor en cada kilómetro se mantenía constante.

*(d)(i) La mayor parte de los alumnos escribieron simplemente distancia = velocidad media \times tiempo. Otros hallaron primero la deceleración. (a) Estos eran dos puntos fáciles.

*(d)(ii) Casi todos obtuvieron dos puntos trazando una recta de pendiente negativa.

(e) Casi siempre se empleó el criterio de Rayleigh de la apertura circular para deducir correctamente la potencia de resolución. Se falló a menudo en el tercer punto, encontrar la distancia, por usar algunos alumnos $\tan \theta$ (con sus calculadoras en modo de grados) o por usar 750 m en lugar de 1500 m en los cálculos.

(f)(i) Se lograron los dos puntos cuando se indicó que la luz reflejada por el mar está parcialmente polarizada en un plano o en horizontal. La mayor parte de los alumnos solo lograron un punto. Muchos no lograron puntuación al afirmar simplemente que la luz estaría polarizada, una mera reelaboración de la propia pregunta.

(f)(ii) Esta es una pregunta que se plantea con frecuencia. Algunos alumnos olvidaron hallar el complemento del ángulo de Brewster.

(f)(iii) Esta era un pregunta de tres puntos, por lo que los alumnos habían de dar una respuesta detallada, mencionando los planos respectivos de polarización de la luz reflejada, al explicar la acción de las gafas de sol polarizantes.

8. Parte 1 Resistencia interna

*(a) Se dieron por buenas diversas definiciones de la f. e. m., pero a menudo faltó un “por unidad de carga” en las respuestas de los alumnos.

(b) Esta era un pregunta de tres puntos sobre la resistencia interna, por lo que se esperaba un nivel de detalle razonable. Los alumnos tenían que aludir a cómo los electrones o la carga disipan energía al desplazarse por una célula y al efecto sobre la diferencia de potencial final.

*(c)(i) Este diagrama de circuito, el más sencillo de todos, se dibujó correctamente en casi todos los casos.

*(c)(ii) Se trataba de una pregunta de tipo “demuestre que”. No se concedió el punto si no se indicó la potencia de diez correcta en el cálculo de la f. e. m.

*(c)(iii) Fueron bastante escasos los cálculos correctos de la resistencia interna al darse errores frecuentes en el uso de la ecuación estándar $V = E - Ir$.

*(c)(iv) Esta pregunta supuso dos puntos fáciles por determinar la salida de potencia de la resistencia (resistor).

(d)(i) Se observaron pocas respuestas correctas. La ecuación pedida para la línea es $V = E - Ir$. De ahí que se exigiera una recta de pendiente negativa (-1.9Ω) con corte con el eje y en 1,24V.

(d)(ii) Si el alumno dibujo algún tipo de línea, se aplicó la consideración de errores propagados al utilizar la coordenada de la intersección de las dos líneas para determinar una corriente.

8. Parte 2 Expansión de un gas

(e) La mayor parte de los alumnos supieron identificar B como adiabática, bien al aludir a los gradientes o presiones y temperaturas inferiores en comparación con A o al demostrar que PV es constante para A pero no para B.

(f) Al determinar el trabajo efectuado durante la expansión, el error más habitual fue el de pasar por alto el falso origen. Otro error común fue el de calcular un valor erróneo para la energía de cada cuadrado. Se aceptó una amplia gama de respuestas numéricas.

(g) Esta era una pregunta de cuatro puntos, por lo que los alumnos tenían que elaborar una respuesta detallada. Muchos enunciaron la primera ley, identificaron los tres símbolos y explicaron la variación en cada uno durante una expansión adiabática. Otros fueron mucho menos sistemáticos. La mayoría acabó por predecir que la temperatura decrecería, pero perdieron puntos en la explicación.

9. Parte 1 Oscilación de una masa / MAS

*(a)(i) La mayor parte de los alumnos pasaron por alto el hecho de que hay dos muelles y emplearon la mitad del valor correcto de la fuerza. Se tuvieron en cuenta los errores propagados con una pérdida de un punto.

*(a)(ii) Por lo general se enunciaron correctamente las condiciones necesarias para el MAS.

*(a)(iii) Una minoría de alumnos supo determinar ω y por consiguiente T . Se tuvieron en cuenta los errores propagados de (a)(i) para conceder la puntuación completa.

*(b)(i) El uso de $\omega = 2\pi f$ fue normalmente correcto, pero la determinación subsiguiente de la energía máxima fue un poco más difícil y fueron habituales los errores en los cálculos.

*(b)(ii) Gráficas de EP y EC frente al tiempo. Hubo confusión con las gráficas de la energía frente al desplazamiento. La mayoría de los alumnos dibujaron gráficas en las que la EC y la EP tenían fases opuestas e igual amplitud, pero no siempre con formas aceptables. El eje de la energía se etiquetó en algunos casos correctamente con la energía total de (b)(i).

(c)(i) fue un punto fácil.

(c)(ii) Esto se respondió generalmente bien. La mayoría de los alumnos mencionaron que la resonancia ocurre cuando la frecuencia infrarroja es igual a la frecuencia natural de la red.

9. Parte 2. El efecto fotoeléctrico.

(d) Algunos alumnos en la práctica repitieron la pregunta al afirmar que la luz tenía que rebasar una frecuencia umbral para causar la fotoemisión. Para obtener los dos puntos se esperaba que aludiesen a la necesidad de que la energía de los fotones sea mayor que la energía de la función de trabajo para la superficie metálica.

(e)(i) Para determinar la frecuencia umbral la mayoría de los alumnos prolongaron correctamente la gráfica hasta encontrar el punto de corte con el eje f . Numerosos alumnos leyeron mal la escala.

(e)(ii) Se emplearon diversos métodos para determinar h . Por lo general se midió la pendiente pero, como otras veces, los alumnos no parecieron conscientes de que debían elegir puntos sobre la línea tan distantes como fuese posible. La pendiente en eV se convirtió por lo general correctamente a J.

(e)(iii) La función de trabajo se determinó también de muchas maneras diversas. El método más simple consistía en utilizar el punto de corte con y . La mayoría de alumnos respondieron bien a esta pregunta.

(f) Casi todos los alumnos dibujaron correctamente una recta paralela a la izquierda de la recta original.

Recomendaciones y orientación para la enseñanza a futuros alumnos

Hay evidencia de que muchos alumnos están descuidando el manejo de unidades. Un error conceptual común parece ser el de que las unidades no importan; quizás porque no se suele penalizar el error o ausencia de unidades en la respuesta final. Esta es una suposición peligrosa, pues los errores en las unidades en el transcurso de un cálculo obviamente conducen a valores numéricos incorrectos o a errores en las potencias de diez. Estos errores **sí** se penalizan. En la mayoría de las pruebas se ven errores en las potencias de diez. Las preguntas a menudo proporcionan datos expresados en función de una unidad del SI derivada o básica junto con un prefijo de múltiplo de unidades. Por ejemplo, 7,8 mA, 9,4 MJ, 550 nm. Con demasiada frecuencia, tiende a pasarse por alto o malinterpretarse el prefijo de la unidad al trasladar los datos a una fórmula o ecuación. Esto supone una pérdida inmediata de puntuación, marcada como error de potencias de diez, con la posibilidad de que se tenga en cuenta el error arrastrado al utilizarlo en un desarrollo posterior legible. El tratamiento riguroso de las unidades y de las potencias de diez es una parte fundamental de cualquier curso de física, pero la evidencia disponible actualmente muestra que un alto porcentaje de alumnos no maneja bien estos dos aspectos. Se anima a los profesores a asignar ejercicios que impliquen la manipulación de unidades y potencias de diez siempre que sea posible y a asegurarse de que ambos aspectos tengan una presencia destacada en los ejemplos detallados que se den.

Aun cuando bastantes alumnos entregaron desarrollos ordenados y concisos, la presentación de los cálculos fue, en general, floja. En ocasiones no quedaba claro dónde estaba la respuesta final, con operaciones algebraicas y aritméticas a menudo diseminadas por la página sin propósito explícito. Con frecuencia no se supo comunicar bien el razonamiento hasta la respuesta. Se recuerda a los profesores que la buena práctica en física exige que se den respuestas razonadas en los cálculos y mientras que una respuesta correcta brusca puede dar la puntuación completa (dependiendo del esquema de calificación concreto aplicado), no se pueden dar puntuaciones parciales ni tener en cuenta los errores propagados a menos que esté claro el significado de los números. Los profesores han de recordar a sus alumnos que “muestren su razonamiento” (y no que “muestren sus desarrollos”).

Pese a los comentarios anteriores, muchos alumnos rinden mejor en las preguntas de cálculos que en las preguntas descriptivas. Los colegios necesitan dar a los alumnos mucha práctica con ambos tipos de pregunta e intentar inculcar un planteamiento sistemático en la presentación puntuando las respuestas con rigor.

A los alumnos debe recordárseles que cuando se continúa una respuesta en una hoja adjunta debe hacerse referencia a esta en la casilla de respuesta original. Además, han de especificarse las preguntas y números de partes a las que se refieren las respuestas de la hoja adjunta.

Las pruebas anteriores proporcionan la oportunidad para la práctica fundamental con el estilo de preguntas que se encontrarán los alumnos. Dar a los alumnos respuestas modelo les permite comprender el nivel de respuestas que se espera. Estas están muchas veces

disponibles en los libros de texto de física del IB. En muchos colegios se proporcionan también rutinariamente respuestas modelo para los ejercicios del trabajo en casa. Se debería alentar la identificación de las expresiones clave de las preguntas, dada la frecuencia con la que se pasan por alto instrucciones o datos. La puntuación de cada pregunta, indicada en el margen de la hoja, es un indicio útil del nivel de detalle exigido en la respuesta. Téngase en cuenta que los esquemas de calificación de IB, aun siendo fuentes útiles de información para profesores y alumnos, son instrucciones para los examinadores y no pretenden ser “respuestas modelo”.

A todos los alumnos se les debería dar la Guía de Física y el Cuadernillo de datos del IB. Ambos son materiales de aprendizaje imprescindibles y muy útiles como lista de comprobación durante el repaso. La guía de la asignatura y el Cuadernillo de datos pueden ser proporcionados en una versión anotada por profesores, con referencias a las páginas de los libros de texto, direcciones de sitios web y referencias a preguntas de pruebas anteriores. Aunque su uso requiere tiempo, es muy cómodo ya que ambos documentos están en formato digital. Si no se pueden proporcionar en este formato al principio del curso, las anotaciones pueden ser añadidas por los alumnos durante el transcurso del curso. Se aconseja a los profesores que dediquen sesiones, durante el repaso, a explicar el uso de todas las ecuaciones y datos del Cuadernillo de datos.

Los comentarios G2 de los colegios a veces incluyen quejas de que las preguntas piden información que no se encuentra en la Guía. Es importante recordar que la guía de la asignatura proporciona un marco: una lista de metas, objetivos y criterios de evaluación. No pretende ser un listado definitivo de hechos. Hay varios libros de texto excelentes de IB que interpretan los diversos objetivos.

Los planes de trabajo de los departamentos de física recurrirán normalmente a muchas fuentes adicionales de información en línea. El Centro pedagógico en línea de IB, Wikipedia, wikibooks.org/wiki/IB_Physics, Hyperphysics, www.Physics.org, www.thinkib.net/physics, iop.org, www.animations.physics.unsw.edu.au/, CERN, NASA, etc. proporcionan abundante material relevante e inspirador. Estas pueden ser organizadas por los profesores como una herramienta de aprendizaje muy valiosa para complementar los libros de texto, durante la docencia de la mayor parte del curso.

Nivel Medio – Prueba 2

Bandas de calificación del componente

Calificación final:	1	2	3	4	5	6	7
Rango de puntuaciones:	0 – 6	7 – 12	13 – 17	18 – 22	23 – 27	28 – 32	33 – 50

Comentarios generales

La mayoría de los alumnos se esforzaron intensamente por responder el número exigido de preguntas y parecieron tener tiempo abundante para completar la prueba. Claramente muchos colegios proporcionan numerosas pruebas anteriores, ya que los tipos de pregunta que se habían planteado en ocasiones anteriores se respondieron bien.

Hubo bastantes casos en que la mala letra dificultó la corrección. En particular, no siempre estuvieron claras las potencias de diez y las comas decimales. Con mucha frecuencia los examinadores tuvieron dificultades para descifrar el razonamiento del alumno en los cálculos; y a menudo no había ningún tipo de razonamiento. (Véanse las secciones sobre las recomendaciones al final del informe del NS P2).

En esta convocatoria, solo 23 colegios presentaron sus impresiones en los formularios G2. Estos comentarios resultan muy útiles para el diseño de futuros exámenes y se anima a los profesores a que proporcionen comentarios con prontitud por medio de su coordinador de IB. Hubo una satisfacción generalizada con la cobertura del programa de estudios. El 74% de los colegios estimaron que la prueba tenía un nivel adecuado de dificultad, mientras que los restantes colegios la consideraron demasiado difícil. Un 52% de los colegios estimaron que la prueba tenía un nivel de dificultad similar a la del año pasado; el 35% la consideraron más difícil y el 9% más fácil. De hecho, la puntuación media fue 2 puntos mayor que la de N13. Un 9% de los colegios consideraron que la claridad de la redacción de la prueba había sido deficiente; la mayoría la describieron entre buena y excelente. Un 9% de los colegios describieron la presentación de la prueba como correcta; el 91% la calificaron entre buena y excelente.

Áreas del programa y del examen que les resultaron difíciles a los alumnos

Véase la sección NS P2.

Áreas del programa y del examen en las que los alumnos demostraron estar bien preparados

Véase la sección NS P2.

Puntos fuertes y débiles de los alumnos al abordar cada una de las preguntas concretas

Salvo que se indique lo contrario, los comentarios del informe del NS P2 son igualmente aplicables a las preguntas comunes con el NM P2. Los comentarios siguientes son aplicables a las preguntas exclusivas del NM P2 o a preguntas en las que el rendimiento de los alumnos del NM fue difirió de manera significativa del de los del NS.

1 [NS y NM] Pregunta de análisis de datos

(b)(i) se resolvió muy mal. Pocos alumnos del NM sabían cómo trazar una tangente aceptable.

2. La f. e. m. y la resistencia interna

(a) Muy pocas respuestas precisas. La mayoría de los alumnos sabían qué era pero no supieron definirla con la necesaria precisión.

3. Desintegración radiactiva.

(a) Variedad de respuestas buenas.

(b) Muchos no parecían conocer el antineutrino.

(c)(i) Muchos alumnos supieron determinar la respuesta a partir de la gráfica de actividad, pero fueron bastantes los que malinterpretaron lo que se preguntaba.

(c)(ii) Esta pregunta se resolvió bien; la mayoría de las gráficas partían de 50 Bq y mostraban la semivida que se pedía. No obstante, fueron demasiados los alumnos que no dibujaron una gráfica con forma exponencial aceptable.

4. Parte 1 Movimiento de un barco

(b)(ii) Esta es una pregunta de “muestre que”, lo cual significa que el alumno está obligado a mostrar sus razonamientos. Muy pocos alumnos del NM lo hicieron.

(c) Esto resultó fácil utilizando la proporcionalidad, pero la mayoría de los alumnos del NM intentaron calcular k innecesariamente. Aun así, hubo muchas respuestas correctas.

4. Parte 2 Hielo derritiéndose

(e) Una parte minoritaria de los alumnos sabía que las moléculas pasaban de estar localizadas a estar libres para escapar, pero tuvieron dificultades para expresar sus respuestas con coherencia. Los alumnos están tan acostumbrados a comentar las transformaciones de energía cuando se derrite el hielo que muchos leyeron totalmente mal la pregunta.

(f)(i) y (ii) Muchas buenas respuestas, aunque aquellos que no hallaron las respuestas correctas presentaron sus desarrollos en un modo que no hizo posible conceder puntuaciones parciales (por valorar errores propagados).

(g) Casi todos los alumnos pasaron por alto la importancia de la temperatura del entorno, pero la mayoría logró obtener dos puntos por sugerir que la energía térmica se perdería en el entorno provocando una temperatura final más baja.

5. Parte 1 Oscilación de una masa

(a)(i) Esta es una situación ligeramente diferente. La mayoría de los alumnos del NM no utilizaron F y m para hallar la aceleración. Muy pocos sumaron la fuerza debida a cada muelle y con frecuencia se tuvieron en cuenta los errores propagados.

(b)(ii) Se requería cuidado al mostrar las amplitudes constante e igual. Se encontraron muchas respuestas flojas.

5. Parte 2 Fisión nuclear

(e)(i) En su mayoría buenas respuestas aunque fueron excepcionales los alumnos que indicaron que la probabilidad de que se produjeran más fusiones aumentaría con los neutrones térmicos.

(e)(ii) Fueron demasiadas las respuestas a las que faltó precisión por referirse únicamente a que las barras de control se usan para evitar una explosión o desintegración.

6. Parte 1 Recursos energéticos

(b) En frecuentes ocasiones la pregunta no se leyó con atención. Muy pocos alumnos aludieron al funcionamiento de los dispositivos.

6. Parte 2 Campos eléctricos

(f) Resultó decepcionante ver que algunos alumnos esbozaron rectas muy imprecisas. La mayoría de los campos se mostraron como radiales, pero a menudo con sentido incorrecto.

(g)(i) Otra pregunta de tipo “muestre que” a menudo resultó en un amasijo de números. La línea de razonamiento ha de ser clara. Aunque hubo muchos errores aritméticos o de potencias de diez, la intensidad de campo se expresó muchas veces correctamente.

(g)(ii) Muy rara vez se vio una línea cero para el campo dentro de la esfera. La caída con el cuadrado inverso fue frecuentemente muy aproximada y no siempre empezaba en la superficie de la esfera. La línea no debería tocar el eje x , pero frecuentemente lo hizo.

(h)(i) Esta pregunta fue resuelta correctamente por una minoría de los alumnos al darse muchos errores aritméticos y de potencias de diez.

(h)(ii) Algunos alumnos claramente no comprenden del todo la diferencia entre velocidad y aceleración. Rara vez se vio la dirección del movimiento expresada con precisión. Algunos alumnos dijeron que el electrón se detendría cuando la intensidad de campo se aproximara a cero.

Recomendaciones y orientación para la enseñanza a futuros alumnos

Véanse las recomendaciones al NS P2.

Prueba 3 del Nivel Superior

Bandas de calificación del componente

Calificación final:	1	2	3	4	5	6	7
Rango de puntuaciones:	0 – 7	8 – 14	15 – 21	22 – 26	27 – 32	33 – 37	38 – 60

Comentarios generales

Los alumnos se habían preparado bien para la prueba y demostraron disponer de suficiente tiempo para completar la prueba. La dificultad de las opciones fue comparable. En cada una de las preguntas hubo muchos buenos ejemplos de comprensión. Casi todos los alumnos

respondieron a todas las preguntas de las dos opciones seleccionadas. Parece que solo unos pocos alumnos olvidaron responder una parte de una pregunta de las opciones seleccionadas. Los alumnos bien preparados respondieron dos opciones; solo algunos alumnos más flojos intentaron responder preguntas de tres opciones. La inmensa mayoría de los alumnos ciñeron las respuestas a las casillas de respuesta provistas y cuando se utilizaron hojas adjuntas, se incluyó la referencia en la casilla de respuesta. La escritura manuscrita pareció mejor que en convocatorias anteriores y por lo general las respuestas resultaron legibles.

En esta convocatoria, solo 26 colegios presentaron sus impresiones en los formularios G2. Estos comentarios resultan muy útiles para el diseño de futuros exámenes y se anima a los profesores a que proporcionen comentarios con prontitud por medio de su coordinador de IB. Hubo una satisfacción generalizada con la cobertura del programa de estudios. Un 96% de los colegios estimaron que la prueba tenía la dificultad adecuada, mientras que los restantes colegios la consideraron demasiado difícil. Un 65% de los colegios estimaron que la prueba tuvo una dificultad similar a la del año pasado; un 15% la encontró más difícil y un 12% la consideró un poco más fácil. Un 4% de los colegios consideraron que la claridad de la redacción fue muy pobre; los colegios restantes la consideraron muy buena o excelente. Ningún colegio estimó que la presentación de la prueba fuera deficiente; la mayoría la describió como muy buena o excelente.

Áreas del programa y del examen que les resultaron difíciles a los alumnos

Cada una de las preguntas estuvo al alcance de los alumnos bien preparados. No obstante, muchos alumnos no supieron explicar conceptos con claridad ni escribir definiciones de cantidades físicas. Por lo general, los alumnos respondieron bien a términos de instrucción como definir, mostrar que, comparar, distinguir, etc. En comparación con convocatorias anteriores.

Otras dificultades

- Errores aritméticos y algebraicos, errores con la calculadora
- Errores con las potencias de diez en los cálculos
- Disposición de los desarrollos en las preguntas numéricas; a veces es difícil encontrar dónde ha surgido el error cuando la respuesta está muy desordenada.
- Secuenciar la presentación de los hechos que apoyan una explicación o descripción
- Con frecuencia, los alumnos leyeron las preguntas de manera superficial
- El método de la paralaje (E3.2)

Explicar la paradoja de Olbers (E4.2)

La trayectoria evolutiva de una supergigante roja (E5.5 y E5.7)

Muestreo y aplicación de conversiones digitales (F2.1)

Inversión de población (G1.9)

Eje principal – definición (G2.1)

Dosímetro personal de película (I3.2)

Áreas del programa y del examen en las que los alumnos demostraron estar bien preparados

Los mejores alumnos claramente han visto el programa de estudios y han mostrado que lo han comprendido bien. Estos alumnos saben analizar situaciones, presentan sus desarrollos de manera lógica y utilizan adecuadamente la terminología, las cantidades físicas y las unidades. La mayoría de los alumnos mostraron la capacidad de leer y entender las preguntas. Demostraron una buena comprensión de los hechos y conceptos y supieron utilizarlos con la terminología apropiada. La mayoría de los alumnos demostraron capacidad para articular claramente en palabras y oraciones los hechos más conocidos. Hubo evidencia, en las respuestas numéricas, de una mejora en el uso de unidades y de cifras significativas en comparación con convocatorias anteriores.

Puntos fuertes y débiles de los alumnos al abordar cada una de las preguntas concretas

Opción E – Astrofísica

Esta fue una de las opciones más populares.

1. Cielo nocturno La mayoría de los alumnos mostraron capacidad para articular claramente en palabras y oraciones los hechos más conocidos.

2. Radiación estelar y método de la paralaje La inmensa mayoría de los alumnos se percataron de que una estrella tiene que estar más lejos y supieron utilizar las cantidades relacionadas con la radiación estelar. Los mejores alumnos supieron utilizar las relaciones entre las cantidades (fórmulas) Aún no se ha desarrollado la capacidad de describir claramente el método de la paralaje en general, pero hubo evidencia de respuestas muy claras y bien estructuradas.

3. La paradoja de Olbers y el modelo del Big Bang Como en convocatorias anteriores, explicar estas teorías y dar sugerencias basadas en tales modelos solo ha estado al alcance de los mejores alumnos. Esta pregunta permitió discriminar bien.

4. Límite de Oppenheimer–Volkoff Esta pregunta no era fácil. La mayoría de los alumnos calcularon la luminosidad de la estrella y utilizaron el equilibrio entre la presión de radiación y la presión gravitatoria. Los alumnos más brillantes identificaron la evolución de la estrella sobre el diagrama HR y mostraron la capacidad de distinguir entre un agujero negro y una estrella de neutrones.

5. Edad del universo La mayoría de los alumnos respondieron correctamente ambas preguntas.

Opción F – Comunicaciones

Esta opción no resultó tan popular; solo unos pocos alumnos destacados mostraron un buen conocimiento de esta opción.

6. Modulación en amplitud Por lo general, los mejores alumnos contestaron bien a esta pregunta. Solo algunos alumnos representaron bien la forma de onda de la señal modulada en amplitud.

7. Muestreo Solo los alumnos bien preparados supieron leer la gráfica y aplicar la conversión binaria dada. Apenas unos pocos supieron sugerir mejoras en el sistema.

8. Fibras ópticas Esta pregunta se respondió relativamente bien, con la excepción de la explicación de la dispersión modal.

9. Comunicación por satélite Los mejores alumnos mostraron una buena comprensión.

10. Amplificador operacional Como en convocatorias anteriores, resultó todo un reto resolver problemas con comparadores. Solo los mejores alumnos supieron leer los símbolos de los circuitos eléctricos (publicados en el Cuadernillo de datos), resolver circuitos eléctricos (o al menos divisores de potencial) y mostraron asimismo un conocimiento sólido de los amplificadores operacionales.

Opción G – Ondas electromagnéticas

Esta fue una opción relativamente popular.

11. Lente convexa Los alumnos demostraron que las definiciones de conceptos conocidos pueden ser problemáticas. En pocos casos se respondió bien a (a)(i). Las demás partes de esta pregunta se respondieron relativamente bien.

12. Láseres El escollo más habitual en esta pregunta fue el mecanismo para la producción de luz láser y la inversión de población. Casi todos los alumnos supieron explicar la expresión luz monocromática y mencionar el uso de láseres. Solo los mejores alumnos dieron una breve descripción.

13. Interferencia de ondas sonoras Esta pregunta permitió discriminar bien. Los alumnos que leyeron y respondieron las preguntas de manera superficial no explicaron el patrón de intensidad de (a) y no se percataron del cambio de velocidad en (c).

14. Difracción por rayos X Esta pregunta permitió discriminar bien.

15. Aceite sobre una superficie de agua Numerosos alumnos no explicaron los dos rayos reflejados ni que la interferencia dependía del grosor de la película de

Opción H – Relatividad

Fue una opción muy popular.

16. Simultaneidad En (a), muchos alumnos no mencionaron la idea de la constancia de la velocidad de la luz. En (b), los alumnos que no se percataron de que los haces que vuelven a Daniela surgen de un mismo punto en el espacio no lograron en general responder a esta pregunta parcial.

17. Reloj de luz La mayoría de los alumnos respondieron bien a (a) y (b)(ii), pero en (b)(i) muchos se explicaron su razonamiento o no presentaron un desarrollo independiente del reloj de luz utilizado en la pregunta.

18. Desintegración de muones Muchos alumnos bien preparados presentaron respuestas buenas, bien estructuradas y claras. A algunos alumnos se les atragantó (b)(ii).

19. Aniquilación de electrón–proton Los alumnos bien preparados mostraron una buena capacidad para aplicar la suma de velocidades relativistas. (b) permitió discriminar bien.

20. Dilatación temporal gravitatoria Los alumnos más brillantes explicaron con claridad el desplazamiento hacia el rojo en el campo gravitatorio de un agujero negro. En (b), algunos alumnos aplicaron fórmulas del Cuadernillo de datos; los mejores alumnos también explicaron la fórmula.

Opción I – Física médica

Fue una opción muy popular y con frecuencia bien puntuada.

21. Oído y audición En (a), la inmensa mayoría de los alumnos identificaron la ventana oval de la figura y explicaron con claridad la transferencia de energía del sonido al fluido coclear. No obstante, algunos olvidaron mencionar el incremento de presión debido a la reducción de área superficial. La parte (b) permitió discriminar bien. Muchos alumnos demostraron conocer la respuesta logarítmica del oído a la intensidad en (i); solo los mejores alumnos supieron aplicar esto también en (ii).

22. Rayos X en la toma de imágenes médicas En (a), la definición de las cantidades físicas fue mejor que en años anteriores. En (b)(i), la mayoría de los alumnos calcularon el cociente entre intensidades en sangre y músculo. En (b)(ii), algunos alumnos no leyeron bien la pregunta y respondieron aludiendo a la sangre y no al hueso, pero los alumnos más brillantes entendieron que la resolución músculo/hueso de los rayos X se utiliza ampliamente en la toma de imágenes médicas. En (c), los mejores alumnos aplicaron sus conocimientos a una situación compleja. En (d), los mejores alumnos escribieron respuestas claras. Solo algunos alumnos describieron el mecanismo de la intensificación y no solo su papel.

23. Tratamiento de huesos con cáncer Esta pregunta permitió discriminar bien entre los alumnos medios y los mejor preparados. Sorprendentemente, fueron demasiados los alumnos que no supieron describir la función del dosímetro personal de película ni de calcular la semivida efectiva del isótopo radiactivo en un paciente. La mayoría de los alumnos preparados presentaron bien la definición del factor de calidad

Opción J. Física de partículas

Esta opción no fue muy popular en esta convocatoria, pero los alumnos que la seleccionaron la respondieron bien.

24. mesones π^+ Muchos alumnos mostraron una comprensión profunda de las interacciones fundamentales, de la conservación del número bariónico y supieron aplicar la fórmula para el rango de las interacciones entre mesones π^+ .

25. Sincrotrón Los alumnos presentaron bien sus conocimientos sobre la energía necesaria para la producción de partículas en (a). En (b), los mejores alumnos aplicaron con claridad sus conocimientos de los campos eléctrico y magnético. En (b)(iii), los mejores alumnos supieron describir la necesidad de un radio grande para la radiación.

26. Electrones dispersados por núcleos Sorprendentemente, las partes (b)(ii) y (c) no se respondieron bien. (b)(i) fue resuelta por una mayoría de alumnos mediante mecánica clásica, no relativista.

27. Universo primitivo En general se ha respondido bien a esta pregunta.

Recomendaciones y orientación para la enseñanza a futuros alumnos

A partir de la evidencia extraída de las respuestas en esta convocatoria, podemos dar las siguientes recomendaciones.

Se recomienda que los alumnos:

- Reciban información sobre los fines, objetivos y detalles del programa en una etapa temprana del estudio.
- En las etapas finales del estudio, comprueben su comprensión de la terminología y las definiciones básicas que se enumeran en la guía de la asignatura.
- Reciban información sobre los términos de instrucción y otros términos que se suelen emplear en la comunicación entre profesores y alumnos durante todo el proceso de aprendizaje/docencia.
- Estudien ambas opciones antes de la revisión de la física troncal, o simultáneamente, de modo que puedan establecer vínculos entre temas.
- Utilicen el Cuadernillo de datos para resolver problemas complejos de múltiples pasos.
- Revisen pruebas anteriores.
- Intenten no solo comprender y aplicar sino también recordar definiciones y fórmulas precisas, especialmente de magnitudes físicas que solo se usan en las opciones.
- Intenten vincular los conocimientos de las opciones con la física troncal; por ejemplo, en magnitudes físicas generales como la energía, la potencia, la fuerza, la presión, etc.
- Estudien opciones con su profesor y clase, y no independientemente.
- Aprendan a expresar sus ideas por escrito, en una manera y disposición lógica, mostrando cada paso de sus ideas o desarrollos. A veces los alumnos no escriben información evidente, como que la masa implica gravedad o que la velocidad de la luz es constante para todo observador, información no implícita en sus respuestas. Si esa

información es necesaria, especialmente en las preguntas de tipo “muestre que”, debería mencionarse.

- Se acostumbren a escribir algunas palabras explicando sus desarrollos, incluso en los cálculos, deducciones y otros usos de fórmulas. Esto es especialmente relevante cuando las respuestas no son totalmente correctas, ya que pueden recibir algún punto por desarrollos parcialmente correctos. Resulta también útil para los alumnos ya que les ayuda a encontrar sus propios errores en la deducción o en los cálculos para poder corregir su respuesta.
- No pasen por alto las unidades; por ejemplo, calcular una distancia y usar unidades de tiempo o calcular una energía y usar unidades de potencia.
- Se acostumbren a ser cuidadosos con la diferencia entre “igual” y “proporcional”.
- Lleven a cabo todo el proceso de aprendizaje de la física troncal. Actividades como las demostraciones sencillas en laboratorio, la paralaje, localizar una estrella en el cielo nocturno o manejar modelos virtuales interactivos de un tubo de rayos X pueden contribuir de manera significativa a mejorar la autoestima del alumno.

Debe recordarse a los alumnos que todas las palabras deben escribirse con claridad para ser legibles. Las respuestas han de escribirse en las casillas y en hojas suplementarias.

Debe recordarse también a los alumnos que no se penalizan las respuestas incorrectas, por lo que solo deberían tachar un desarrollo y respuesta si dan otra respuesta alternativa mejor. A veces hay alumnos que tachan una respuesta parcialmente correcta y no escriben otra respuesta.

Prueba 3 del Nivel Medio

Bandas de calificación del componente

Calificación final:	1	2	3	4	5	6	7
Rango de puntuaciones:	0 – 3	4 – 7	8 – 11	12 – 15	16 – 18	19 – 22	23 – 40

Áreas del programa y del examen que les resultaron difíciles a los alumnos

En general, se apreció que los alumnos estaban bien preparados para el examen. Los alumnos tuvieron dificultades para recordar definiciones y para enunciar las definiciones de forma precisa. Se trata de un problema habitual. Muchas veces resultó evidente que los alumnos no entendían bien la relación concreta entre una fórmula y la situación física tratada; p. ej. con las ondas estacionarias, la semivida isotópica y la interferencia de sonido.

Frecuentemente, los alumnos tuvieron dificultades para desarrollar argumentos científicos coherentes que justificaran o explicaran un ejemplo concreto.

Una gran proporción de alumnos respondió la Opción A, pero apenas se entendió la acomodación del ojo; en la mayor parte de las respuestas se aludió a los músculos del ojo y no a la forma de la lente. Las ondas estacionarias no se supieron entender en relación con las ondas progresivas a partir de las que se forman. La sección sobre el efecto Doppler y un mosquito se explicó mal y se respondió muy mal a la pregunta sobre la velocidad. Se explicó muy mal la aplicación de la polarización a las pantallas de cristal líquido. Los alumnos discutieron frecuentemente la polarización sin referirse al campo eléctrico.

La Opción B fue también una opción popular. A muchos alumnos les resultó difícil dar una descripción lógica de cómo los espectros de absorción atómica proporcionan evidencia de la cuantización de la energía en los átomos. El método de medir la semivida de un isótopo se respondió frecuentemente en términos vagos o poniendo fórmulas sin intentar explicar cómo determinar los valores pedidos. Parece que los alumnos no están familiarizados con la ley de desintegración radiactiva.

Pocos alumnos intentaron la Opción C. La resolución de una imagen en un CCD se planteó muy mal y muchas veces se dejó sin respuesta. Muchas veces se dejó sin contestar el propósito del termistor en el amplificador operacional.

Rara vez se intentó abordar la Opción D y los alumnos quedaron claramente divididos en dos grupos: los que la entendieron y los que no. Se entendieron mal los conceptos de la relatividad tales como la simultaneidad. Los intentos de derivar la ecuación fueron muy flojos; muchos partieron de afirmaciones erróneas.

La Opción E fue más popular que C o F. Se pedía describir el movimiento aparente de las estrellas, pero frecuentemente se explicó la causa del movimiento aparente en lugar del movimiento en sí. Fueron muy pocos los alumnos que explicaron con éxito la paradoja de Olbers cuantitativamente o que resolvieron la paradoja de Olbers a partir del modelo del Big Bang

Fueron escasos los intentos de abordar la Opción F. La conversión de un valor a binario fue con frecuencia incorrecta. Muchos no tuvieron en cuenta la información proporcionada con la potencia de salida de la fibra óptica y, así, repitieron la información dada sobre la disipación de potencia en lugar de responder a la pregunta.

La Opción G fue muy popular. Pocos alumnos supieron definir el eje principal. Con frecuencia, se relacionó una reducción en la apertura para reducir la aberración esférica con una reducción en el brillo de la luz, no el punto focal. Muchos alumnos dieron ejemplos generales del uso de láseres en medicina sin detalles concretos.

En esta convocatoria, solo 23 colegios presentaron sus impresiones en los formularios G2. Estos comentarios resultan muy útiles para el diseño de futuros exámenes y se anima a los profesores a que proporcionen comentarios con prontitud por medio de su coordinador de IB. Hubo una satisfacción generalizada con la cobertura del programa de estudios. Un 87% de los colegios estimaron que la prueba tenía la dificultad adecuada, mientras que los restantes colegios la consideraron demasiado difícil. Un 61% de los colegios estimaron que la prueba tuvo una dificultad similar a la del año pasado; un 22% la encontró más difícil y un 13% la consideró un poco más fácil. Un 4% de los colegios consideraron que la claridad de la

redacción de la prueba había sido deficiente; la mayoría la describió como buena o muy buena. Ningún colegio estimó que la presentación de la prueba había sido deficiente. La mayoría la consideró entre buena y excelente.

Áreas del programa y del examen en las que los alumnos demostraron estar bien preparados

En la Opción A, la mayoría de los alumnos entendieron las preguntas sobre bastones y conos y supieron llevar a cabo los cálculos en tubos cerrados y abiertos. En la Opción B, se resolvió bien la desintegración radiactiva. Los alumnos se mostraron bien preparados manejando los requisitos numéricos tales como el cálculo del número de núcleos que producen una actividad dada. En la Opción C, los alumnos se mostraron bien preparados al distinguir entre señales digitales y analógicas y al calcular la capacidad de un DVD. La Opción D solo se respondió bien en las preguntas numéricas. La Opción E se comprendió bien por lo general, especialmente la paralaje estelar. En la Opción G, los alumnos rindieron bien al dibujar diagramas de rayos para localizar la imagen y supieron calcular los efectos de la interferencia de sonido.

Los alumnos lograron habitualmente manipular algebraicamente las ecuaciones con eficacia. Mostraron una buena comprensión de los diagramas de rayos y en general interpretaron correctamente los diagramas y gráficas.

Puntos fuertes y débiles de los alumnos al abordar cada una de las preguntas concretas

Opción A – Visión y fenómenos ondulatorios

1. Ojo y visión Se respondió bien a (a), aunque debería alentarse a los alumnos a comparar las funciones más que a enumerar las propiedades de los bastones y después de los conos. Si no logran la puntuación completa, suele ser porque las características no “coincidian”; p. ej. los conos ven el color y los bastones detectan luz tenue, en lugar de luz brillante frente a luz tenue. En (b), no se entendió la acomodación como un cambio en la forma de la lente para enfocar a diferentes distancias.

2. Ondas estacionarias Se respondió muy mal a (a); fueron muy pocos los que entendieron que la onda estacionaria está formada por dos (o más) ondas sonoras progresivas. (b) se intentó abordar normalmente bien, dándose algún error aritmético o errores en la relación entre la longitud de onda y la longitud del tubo. Se dieron respuestas muy variadas a (c), variando entre las de quienes lo entendieron bien hasta las de quienes no supieron dar una justificación matemática.

3. Efecto Doppler En (a), muchos alumnos dibujaron el diagrama clásico con frentes de onda más juntos delante de la fuente y cada vez más separados más atrás. No obstante, fueron muy pocos los que lo relacionaron con la situación y los valores dados. (b) fue una pregunta más difícil y pocos llegaron a la solución.

4. Polarización (a) se resolvió o muy bien o sin hacer referencia al campo eléctrico. (b)(i) se respondió de manera muy floja; la mayoría situó las hojas polarizantes a cada lado del cristal líquido. La mayoría no indicó en absoluto la posición de la hoja reflectante. En (b)(ii), la mayoría intentó utilizar una fórmula, en lugar de considerar el efecto de los cristales líquidos.

Opción B – Física cuántica y física nuclear

5. Naturaleza ondulatoria de la materia (a) se respondió normalmente bien. (b)(i) o se resolvió bien o incorrectamente. Las respuestas a (b)(ii) fueron muy flojas.

6. Espectros atómicos y estados de energía En (a), los alumnos rara vez describieron los espectros de absorción, explicando en su lugar los espectros de emisión. Se dieron explicaciones muy flojas de los estados cuantizados de energía. (b) se resolvió bien en general, aunque se dio un error común en el que la variación tenía el sentido erróneo.

7. Desintegración radiactiva (a)(i) se respondió bien, al igual que (a)(ii). Las respuestas a (b)(i) fueron flojas; muchos aludieron a la medición de la pérdida de masa de la muestra. Las respuestas a (b)(ii) fueron muy flojas. La mayoría no utilizó la ley de la desintegración radiactiva, como se pedía en (b)(ii). (b)(iv) o bien se respondió muy bien o bien muy mal.

Opción C - Tecnología digital

8. Almacenamiento de información (a)(i) se respondió bien. En (a)(ii), la mayoría de los alumnos comprendieron el almacenamiento en DVD mucho mejor que el almacenamiento en cinta de cassette. En general, (b)(i) se explicó muy mal, aunque se apreciaron ciertos conocimientos. En (b)(ii), se dieron pocas explicaciones de los intentos de cálculos, lo cual dificultó la corrección.

9. CCD (a) se respondió mal. La mayoría de los alumnos lograron responder a (b)(i) con éxito, pero no a (b)(ii). En (c), se dio habitualmente una respuesta incompleta, en la que se consideró solamente el voltaje.

10. Amplificador operacional (a) se respondió mal. (b) no se entendió y rara vez se puso en relación con la situación del invernadero mencionado en la pregunta. Las respuestas a (c) fueron muy flojas.

Opción D – Relatividad y física de partículas

11. Simultaneidad Por lo general, los alumnos dieron respuestas aceptables a (a), pero olvidaron que la velocidad de la luz tenía que ser constante para que sus afirmaciones fueran ciertas. Fueron muy pocos los que respondieron bien (b).

12. Reloj de luz (a) se respondió bien. (b)(i) se respondió muy mal; la mayoría partió de $\Delta t' = \Delta t \sqrt{1 - v^2/c^2}$, que no era lo que se pedía en la pregunta. En (b)(ii), la mayoría comenzó la curva en el punto 1 del eje y, pero habitualmente se hizo crecer el valor de y demasiado rápido hacia la asíntota.

13. Interacciones fundamentales y partículas elementales Se respondió bien a (a)(i) y a (a)(ii). En la mayoría de las respuestas a (b)(ii) se usaron los números cuánticos bariónicos

de 1 etc. y no $\frac{1}{3}$. (b)(iii) fue respondida bien por los que comprendían el tema. (b)(iv) fue respondida bien por los que habían logrado hallar la respuesta a (iii), a pesar de que el valor venía dado.

Opción E – Astrofísica

14. Cielo nocturno (a) se respondió por lo general bien. En (b), la mayoría explicó qué *causaba* el movimiento aparente en lugar de *describir* el movimiento aparente.

15. Radiación estelar y tipos de estrella En (a)(i), a muchos les despistaron los radios dados para las estrellas, en lugar de utilizar las magnitudes absoluta y aparente como pedía la pregunta. Los alumnos más capaces respondieron bien a (a)(ii), pero muchos cometieron errores con las potencias de diez o intentaron evaluar la luminosidad y el radio del Sol, equivocándose en el proceso. (b)(i) se respondió mayoritariamente bien. En (b)(ii), la mayoría logró dar razonamientos, pero una minoría significativa no intentó determinar un valor para la distancia a Alnilam.

16. Cosmología La mayor parte de las respuestas a (a) no fueron cuantitativas. En (b), la mayoría no supo vincular la radiación de fondo de manera causal con el Big Bang. En (c), la mayoría logró un punto en la pregunta, pero rara vez más.

Opción F – Comunicaciones

17. Comunicaciones por radio (a)(i) se respondió bien.. Muchos no supieron expresar la respuesta a (a)(ii). (a)(iii) se respondió de forma muy floja; pocos incluyeron un ciclo completo. (b) se respondió bien, aunque muchos alumnos mencionaron el coste de la AM como una ventaja, lo cual depende de demasiadas opciones diferentes como para ser aceptable.

18. Señales digitales Muchos utilizaron la gráfica de (a) correctamente. (b) se calculó mal frecuentemente. Pocos alumnos fueron capaces de responder a (c), produciéndose respuestas vagas.

19. Fibras ópticas (a)(i) se respondió bien. En (a)(ii), muchos alumnos no tuvieron cuidado de respetar la ley de la reflexión. La mayoría no supo determinar la atenuación en (b). (c)(i) recibió respuestas muy flojas; la mayoría no siguió la dirección y respondió haciendo referencia al ruido a la pérdida de potencia. Por lo general, las respuestas a (c)(ii) fueron muy flojas.

Opción G – Ondas electromagnéticas

20. Lentes convexas En (a)(i) los alumnos rara vez dieron una definición precisa. (a)(ii) y (a)(iii) se respondieron en general bien. Muchos dibujaron líneas exteriores correctas en (b)(i), pero no supieron dibujar la cruz central correcta. En (b)(ii), la mayoría no supo relacionar la aberración esférica con diferentes longitudes focales.

21. Láseres Las partes (a)(i) y (a)(ii) se respondieron bien. (b) se respondió habitualmente con una vaga descripción de “cirugía” en vez de con usos concretos y detallados.

22. Interferencia de ondas sonoras La mayoría describió la interferencia en (a) sin dar una causa como la diferencia de trayectorias. Muchos respondieron bien (b) y (c).

Recomendaciones y orientación para la enseñanza a futuros alumnos

- La práctica de eliminar las constantes de las ecuaciones antes de trasladar valores cuando lo que se pide es un cociente simplificaría los desarrollos y reduciría los errores aritméticos.
- “Muestre”, “resuma”, “describa” y “explique” son términos importantes que se utilizan en las preguntas de examen. Los alumnos han de ser conscientes de lo que se pide con estos términos.
- Cuando se pide “mostrar”, el alumno ha de comenzar con los datos dados para alcanzar la respuesta y no deducir hacia atrás. El alumno ha de dejar claro su razonamiento con anotaciones o explicaciones de las ecuaciones y de las relaciones que se usen.
- Redondear al final de una serie de cálculos, no en cada paso.
- Al tratarse de un examen de física, hay que explicar la física aplicada, con precisión y concisión.
- Anímese a los alumnos, si necesitan hojas adicionales, a que indiquen en la hoja de examen que continúan el trabajo en una hoja adicional y que etiqueten claramente la respuesta en la hoja adicional con los números de pregunta correspondientes.
- Úsese un lápiz oscuro para los dibujos con cuidado de borrar los errores en los dibujos ya que el escaneo no permite reconocer fácilmente qué ha sido borrado y qué está resaltado (p. ej. en las líneas de ajuste óptimo en gráficas). Dibujar una línea con un color diferente ya no es útil para resaltar una respuesta, al ser los escaneos en blanco y negro.
- Los alumnos saldrán beneficiados si desarrollan una comprensión conceptual sólida de las definiciones y recuerdan el lenguaje preciso de la definición. Esto sirve de base para la resolución de la mayoría de los problemas en física.
- Sería beneficioso entrenar la comprensión conceptual necesaria para vincular las variables de una fórmula con su significado físico. Esto puede desarrollarse a partir del trabajo práctico, mediante preguntas hipotéticas y mediante el estudio de experimentos reales (a menudo históricos).
- Los alumnos tuvieron frecuentes dificultades para escribir respuestas claras y para desarrollar argumentos. Las posibilidades de éxito de los estudiantes aumentarían considerablemente con experiencias de aprendizaje que incluyan una instrucción específica sobre cómo escribir de una manera científica, con citas, evidencia, estableciendo una secuencia lógica de ideas y empleando la información disponible. Algunos alumnos saldrían beneficiados si desarrollasen el hábito de utilizar listas de enumeración para evitar repeticiones y para identificar los aspectos importantes en sus argumentaciones.
- Aunque un pequeño porcentaje de alumnos intentó abordar más de dos opciones, siempre es bueno que los alumnos se concentren en dos opciones y que se planteen

estas opciones con tiempo para integrar los conocimientos troncales en los componentes concretos de la opción.

- La docencia debe abarcar la opción completa ya que a menudo se asignan puntos considerables a lo que podría parecer una sección pequeña del programa.
- Los alumnos necesitan saber qué representa cada una de las ecuaciones del Cuadernillo de datos y cómo aplicar correctamente cada ecuación.