

## PHYSIQUE (IBAP/IBAEM)

### Seuils de classement des notes par matière

#### Niveau moyen

<b>Note finale :</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gamme des notes:</b>	0-14	15-26	27-37	38-48	49-58	59-69	70-100

#### Niveau supérieur

<b>Note finale :</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gamme des notes:</b>	0-16	17-27	28-38	39-49	50-59	60-70	71-100

Nous remercions les écoles et les enseignants qui ont fait part de leurs commentaires sur des questions particulières par l'intermédiaire des formulaires G2. Les enseignants sont fortement encouragés à envoyer leurs formulaires G2 pour faire part de leurs remarques sur toutes les composantes de l'examen externe, les épreuves 1, 2 et 3, le niveau moyen et/ou le niveau supérieur. Ces commentaires peuvent être envoyés sous forme de copie papier, par IBNET ou par le Centre de programmes en ligne (OCC). Ils fournissent des informations très utiles pour l'équipe d'attribution des notes en ce qui concerne la détermination des seuils de classement des notes.

### Évaluation interne

#### Seuils de classement des notes par composante

<b>Note finale :</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gamme des notes:</b>	0-9	10-15	16-21	22-27	28-31	32-37	38-48

### Variété et pertinence du travail présenté

La majorité des écoles produisent des travaux pratiques de physique équilibrés et approfondis de niveau secondaire. Bien que la mécanique soit traditionnellement le thème le plus populaire, de nombreux autres domaines sont couverts, avec notamment les options. Certaines difficultés se présentent pour la pertinence des investigations destinées à l'évaluation quand les écoles enseignent deux ou davantage de programmes académiques ensemble. Quand une expérience est adaptée à un programme, elle ne l'est pas forcément pour le critère d'évaluation interne du groupe 4. Les enseignants doivent être particulièrement vigilants à l'égard de ce problème. Les investigations types utilisant des feuilles de travail doivent faire l'objet d'une attention particulière avant leur évaluation selon les critères d'évaluation interne. De nombreuses écoles tiennent correctement compte des analyses d'erreur avec des barres d'incertitude sur les graphiques. Ceci s'est amélioré au cours des quelques dernières années. Dans l'ensemble, la plupart des écoles appliquent correctement les directives des travaux administratifs. De nombreuses écoles suivent les exemples d'investigation donnés par le Centre de programmes en ligne (OCC).

## Résultats des candidats pour chaque critère d'évaluation

Les deux critères d'organisation restent les plus difficiles, aussi bien pour les élèves que les enseignants. Les meilleures investigations pour évaluer l'organisation (a) sont assignées avant que les élèves aient couvert la théorie correspondante. Les investigations d'organisation (a) doivent être ouvertes et les meilleurs exemples sont les tâches où les élèves recherchent une fonction ou une relation et non pas une valeur ou une mesure précise. Ainsi, la détermination de l'accélération due à la gravité, ou de la chaleur massique spécifique d'un liquide inconnu, ou encore la confirmation de la première loi de Newton ne constituent PAS des investigations d'organisation (a) appropriées. L'utilisation des appareils standard de laboratoire pour une investigation est souvent pénalisée selon les critères d'organisation (b). Plusieurs méthodes doivent être possibles pour rechercher un thème. Le projet du groupe 4 est souvent utilisé pour évaluer le critère d'organisation mais il est difficile pour le réviseur d'estimer la contribution d'un élève particulier. En règle générale, il vaut mieux ne pas évaluer le projet de groupe car les élèves travaillent en équipes.

Le recueil des données est souvent bien exécuté. Les élèves sont plus que jamais conscients des incertitudes. En physique, toutes les mesures de données brutes présentent une incertitude et ceci doit être indiqué avec les données enregistrées. Pour évaluer le recueil des données, les enseignants doivent prendre garde à ne pas révéler aux élèves quelles sont les données à recueillir ou le moyen de les recueillir. Quand ils sont évalués pour le critère de recueil des données, les élèves doivent l'établir eux-mêmes. Esquisser des ondes de vagues ou le tracé du dépôt de fer dû à un aimant ne peut pas être considéré comme un recueil de données.

Le traitement et la présentation des données ne sont pas réalisés de façon satisfaisante. Les élèves reçoivent souvent des instructions sur ce qu'il faut faire avec leurs données, ce qui ne convient pas pour une évaluation de traitement et de présentation des données. L'utilisation de logiciel graphique est encouragée mais les élèves doivent aussi démontrer une bonne technique de traçage de graphique. Bien que davantage d'écoles incluent des barres d'incertitude sur les graphiques, les élèves doivent également justifier le niveau d'incertitude qu'ils enregistrent au lieu de laisser le programme graphique le faire automatiquement. Ils doivent également comprendre l'importance du nombre de chiffres significatifs. Souvent, une translation systématique selon la droite de meilleur ajustement n'est pas justifiée.

Le critère de conclusion et d'évaluation présente aussi des difficultés pour les élèves. Les conclusions doivent reposer sur une interprétation raisonnable des données traitées et la question de recherche initiale. Pour les élèves, il est souvent difficile d'apprécier la portée et les limites d'une investigation. Les suggestions d'amélioration sont souvent vagues ou générales. Se contenter de dire qu'une vidéo numérique améliorerait la qualité des données est superficiel et généralement inexact. Une réflexion plus critique est nécessaire pour chaque aspect du critère de conclusion et d'évaluation.

## Recommandations pour la préparation de futurs candidats

- Les enseignants doivent choisir des investigations appropriées pour évaluer chaque critère. Les élèves et les enseignants doivent disposer de copies des critères d'évaluation interne. L'utilisation de feuilles de travail ou de laboratoires standard est souvent inappropriée pour l'évaluation interne.
- Quand les enseignants soumettent des échantillons d'évaluation interne dans le cadre de la révision de la notation, ils doivent indiquer les instructions orales et écrites pour tous les travaux pratiques en laboratoire faisant l'objet d'une révision.
- Les projets du groupe 4 sont souvent le résultat d'un travail d'équipe, ce qui les rend inappropriés pour les évaluations individuelles selon le critère d'évaluation interne.

- Le BI encourage l'utilisation de logiciel graphique mais les élèves doivent toutefois le maîtriser et produire des graphiques parlants.
- La distinction du contenu du programme entre le niveau moyen et le niveau supérieur pour le traitement des erreurs et des incertitudes est importante lors de l'évaluation du traitement et de la présentation des données.
- L'usage continu du Centre pédagogique en ligne (OCC) est vivement recommandé.

### **Autres commentaires**

La tendance générale montre une amélioration notable dans l'administration et l'évaluation des travaux pratiques. L'influence de l'OCC est perceptible et le traitement des erreurs et des incertitudes s'est amélioré.

## **Épreuve 1**

### **Seuils de classement des notes par composante**

#### **Niveau moyen**

<b>Note finale :</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gamme des notes:</b>	0-7	8-10	11-14	15-17	18-20	21-23	24-29

#### **Niveau supérieur**

<b>Note finale :</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gamme des notes:</b>	0-10	11-14	15-18	19-22	23-27	28-31	32-40

### **Remarques générales**

Les épreuves de physique à choix multiple du BI sont conçues pour contenir, dans l'ensemble, des questions testant la connaissance des candidats vis à vis des faits, des concepts et de la terminologie ainsi que leur application. Bien que les questions puissent donner lieu à des calculs simples, les questions des épreuves 2 et 3 sont plus appropriées pour évaluer les calculs. Les calculatrices ne sont donc pas nécessaires ni autorisées pour l'épreuve 1. Une partie des questions est commune aux épreuves du niveau moyen et du niveau supérieur et les questions supplémentaires du niveau supérieur couvrent le programme de manière plus étendue. Le nombre de questions dédiées à chaque thème est proportionnel au nombre d'heures d'enseignement proposées pour chaque thème dans le Guide. Cependant, étant donné le nombre limité de questions disponibles pour les épreuves du niveau moyen et du niveau supérieur, il n'est pas possible de couvrir tous les aspects de chaque thème.

Le nombre de G2 reçus est de 72 pour le niveau supérieur et également de 72 pour le niveau moyen. Les réponses indiquent que les épreuves de mai 2005 ont été dans l'ensemble bien reçues. Environ 90 % (au niveau supérieur ou NS) et 94 % (au niveau moyen ou NM) des enseignants qui ont fait des commentaires sur les épreuves estiment qu'elles contenaient des questions d'un niveau approprié et un petit nombre d'entre eux pensent qu'elles étaient trop difficiles ou trop faciles. À quelques exceptions près, les enseignants estiment que les épreuves ont bien couvert le programme ou l'ont fait de manière satisfaisante (94 % au NS et 96 % au NM). Cependant, il faut garder à l'esprit que la couverture générale du programme doit être jugée conjointement avec l'épreuve 2. Tous les enseignants pensent également que la présentation des épreuves était bonne ou satisfaisante.

## Analyse statistique

La performance globale des candidats et leur performance pour les questions individuelles sont illustrées dans l'analyse statistique des réponses. Ces informations sont données dans les tableaux ci-dessous.

Les colonnes A à D et la colonne "Blanc" indiquent le nombre de candidats qui ont choisi l'option désignée ou qui n'ont pas répondu à la question. La bonne réponse (l'option correcte) est indiquée par un astérisque (\*). L'*indice de difficulté* (indice de facilité serait peut-être une appellation plus juste) est le pourcentage de candidats qui ont donné la réponse correcte (la réponse clé ou bonne réponse). Un indice élevé indique donc une question facile. L'*indice de discrimination* est indicatif de la mesure dans laquelle la question a permis de faire une discrimination entre les candidats ayant des capacités différentes. Un indice de discrimination plus élevé indique qu'une plus grande proportion des candidats plus capables ont identifié correctement la bonne réponse par rapport aux candidats plus faibles.

### Analyse des questions de l'épreuve 1 du niveau moyen

Question	A	B	C	D	Blanc	Indice de difficulté	Indice de discrimination
1	376	1046*	380	361	10	48,13	0,39
2	189	3578	107	1514*	6	69,67	0,36
3	982	-	779*	410	2	35,84	0,08-
4	267	151	1612*	142	1	74,18	0,39
5	994*	659	497	22	1	45,74	0,60
6	1210*	271	647	44	1	55,68	0,45
7	457	619*	532	563	2	28,48	0,40
8	298	1087*	595	188	5	50,02	0,35
9	194	542	1275*	161	1	58,67	0,53
10	1537*	165	466	-	5	70,73	0,20
11	466	294	273	1133*	7	52,13	0,33
12	90	85	28	1967*	3	90,52	0,16
13	170	1795*	197	10	1	82,60	0,30
14	214	51	1797*	107	4	82,69	0,30
15	125	260	613	1174*	1	54,02	0,27
16	71	897	732	469*	4	21,58	0,37
17	45	191	1337*	187	3	61,52	0,39
18	583	686*	568	334	2	31,56	0,50
19	830	135	1158*	46	4	53,29	0,40
20	483*	462	1051	169	8	22,22	0,17
21	754	225	1030*	156	8	47,39	0,28
22							
23	395	666	664*	433	15	30,55	0,19
24	795*	586	239	545	8	36,58	0,46
25	110	1248*	697	109	9	57,43	0,42
26	89	311	261	1505*	7	69,25	0,51
27	427	131	86	1521*	8	69,99	0,43
28	248	93	1760*	68	4	80,99	0,39
29	1851*	103	106	109	4	85,18	0,34
30	251	1138	484	290	10	52,36	0,57

Dans la Q3 ci-dessus, les réponses B et C ont toutes deux été notées comme correctes et dans la Q10, les réponses A et D ont été notées comme correctes.

La Q22 n'était pas comprise dans l'épreuve.

### Analyse des questions de l'épreuve 1 du niveau supérieur

Question	A	B	C	D	Blanc	Indice de difficulté	Indice de discrimination
1	375	1463*	467	376	8	54,40	0,36
2	1283		851*	553	2	31,64	0,14-
3	139	145	2248*	154	3	83,59	0,24
4	202	742	1598*	143	4	59,42	0,52
5	1770*	402	511	5	1	65,82	0,53
6	303	1763*	412	208	3	65,56	0,33
7	1930*	224	524		11	71,77	0,27
8	473	245	226	1743*	2	64,81	0,25
9	1751*	99	191	645	3	65,11	0,42
10	45	1177*	322	1139	6	43,77	0,56
11	256	56	2210*	164	3	82,18	0,18
12	119	545	1823*	197	5	67,79	0,49
13	302	1440*	512	426	9	53,55	0,50
14	71	179	666	1770*	3	65,82	0,27
15	57	856	676	1098*	2	40,83	0,54
16	1618*	128	862	79	2	60,17	0,25
17	2203*	122	59	304	1	81,92	0,29
18	662	72	1922*	30	3	71,47	0,40
19	1080*	459	1066	80	4	40,16	0,43
20	172	1274*	729	506	8	47,37	0,37
21	1011	1424*	164	88	2	52,95	0,41
22	1093	971	83	541	1	36,11	0,26
23	133	825	112	1615*	4	60,05	0,29
24	122	269	1889*	395	14	70,24	0,33
25	332	591	1198*	557	11	44,55	0,33
26	1414*	708	193	369	5	52,58	0,51
27	46	151	197	2292*	3	85,23	0,28
28	150	316	318	189*	9	70,50	0,51
29	306	190	1829	355	9	68,01	0,40
30	1430*	519	383	348	9	53,17	0,56
31	1105*	427	981	166	10	41,09	0,60
32	81	56	2482	63	7	92,30	0,15
33	396	491	297	1498*	7	55,70	0,57
34	1603	391	371	311	13	59,61	0,53
35	291	424	380	1586*	8	58,98	0,54
36	253	1673*	369	381	13	62,21	0,43
37	333	322	671	1354*	9	50,35	0,40
38	179	836*	787	878	9	31,08	0,42
39	705*	254	1230	486	14	26,21	0,36
40	753	493	354	1076*	13	40,01	0,51

Dans la Q2 ci-dessus, les réponses B et C ont été notées comme correctes et dans la Q7, les réponses A et D ont été notées comme correctes.

## Commentaires sur cette analyse

*Difficulté.* Aussi bien pour le niveau supérieur que pour le niveau moyen, l'indice de difficulté varie de environ 20 % (questions relativement "difficiles") à plus de 90 % (questions relativement "faciles").

*Discrimination.* À l'exception d'une question, toutes les autres ont une valeur positive pour l'indice de discrimination. Idéalement, cet indice devrait être supérieur à environ 0,2, ce qui a été obtenu dans la majorité des questions. Cependant, il est possible qu'un faible indice de discrimination ne provienne pas d'une question médiocre. Il pourrait indiquer une méconnaissance courante parmi les candidats ou une question avec un indice de difficulté élevé.

*Réponse "blanche".* Dans les deux épreuves, le nombre de réponses blanches tend à augmenter pour les quelques dernières questions, ce qui pourrait indiquer que les candidats n'ont pas eu assez de temps pour terminer leurs réponses. Cependant, ceci n'explique pas les réponses "blanches" au début des épreuves. Il convient de rappeler aux candidats qu'il n'y pas de pénalité pour les réponses incorrectes. Par conséquent, s'ils ne connaissent pas la réponse, ils devraient au moins essayer de la deviner.

## Commentaires sur les questions choisies

Les réponses des candidats aux questions individuelles sont fournies dans les tableaux statistiques ci-dessus ainsi que les valeurs des indices. Pour la plupart des questions, ces tableaux fournissent à eux seuls suffisamment d'informations rétroactives lorsqu'on examine une question spécifique. On ne fera donc de commentaires que sur des questions sélectionnées, c'est à dire des questions qui illustrent un aspect particulier ou pour lesquelles il est possible d'identifier un problème.

Certaines questions faciles ont été délibérément choisies et d'autres questions plus exigeantes étaient conçues pour discriminer les élèves capables possédant de bonnes connaissances. Les statistiques des deux épreuves montrent une liste de très bons indices de discrimination.

### Questions communes aux niveaux supérieur (NS) et moyen (NM)

#### Q3 du NM et Q2 du NS

Le diagramme du questionnaire d'examen distribué aux candidats soulève un doute quant à la bonne réponse : B ou C. Par conséquent, il a été décidé d'accepter les deux réponses B et C.

Le contexte de la question, un thermomètre, est en soi sans importance car la question porte sur la lecture d'une échelle. La taille et la clarté de l'échelle (avec un "écart" important pour chaque division) sont telles que les réponses A et D ne sont ici pas acceptables. L'approximation  $\pm 1/2$  division ne convient pas à ce contexte.

#### Q10 du NM et Q7 du NS

Les deux réponses A et D ont été acceptées.

### Questions du NM

#### Q2

L'information pertinente apparaît dans le Recueil de données. Cependant, d'un point de vue statistique, la question peut être justifiée. La question présente un indice de discrimination élevé. Le Recueil de données est disponible pour tous les candidats et donc aucun groupe particulier n'a été avantagé ou désavantagé.

### Q6

Le distracteur C correspond à une idée fausse répandue.

La question présente un indice de discrimination très élevé, indiquant une erreur courante qui a également été observée dans l'Épreuve 2. À savoir, les candidats plus faibles considèrent que la vitesse correspond seulement au gradient positif d'un graphique  $s/t$ .

### Q7

Il aurait été préférable d'utiliser le terme "décroît" au lieu de "diminue" mais les statistiques indiquent que les élèves n'ont pas été indûment affectés par ce choix de mots. La majorité des candidats les plus capables ont choisi la bonne réponse alors que les autres se sont contentés de deviner.

### Q13

Le niveau de réussite élevé témoigne de candidats bien formés.

### Q15

Le choix des options B ou C correspond à des idées fausses répandues.

Les questions à choix multiple présentent entre autres l'avantage de facilement tester le niveau de compréhension des candidats vis à vis des définitions.

### Q22

Un certain nombre d'enseignants ont signalé que la deuxième ligne de la prémisse pourrait indiquer que la tige touche la plaque. Cette ambiguïté n'existe pas dans la version française ou espagnole de l'Épreuve. Cependant, il a été décidé que cette question devait être éliminée de l'Épreuve.

La formulation est améliorée dans la dernière version publiée des questionnaires d'examen.

### Q23

Il semble que de nombreux candidats n'aient pas tenu compte du fait que la charge d'une particule  $\alpha^-$  est  $+2e$  et non pas  $+1e$ .

## Questions du NS

### Q6

Dans la version du questionnaire d'examen donné aux candidats, le vecteur N n'était pas défini dans la prémisse de la question. Un renvoi aux statistiques indiquerait que les candidats n'ont pas été affectés de manière défavorable.

### Q10

Le distracteur D a été très populaire. Il est possible que les candidats n'aient pas bien lu la question.

Étant donné que l'intensité du champ gravitationnel est une force par unité de masse, toute expression de force devait être incorrecte.

### Q21

Comme dans la question 10, il semble que de nombreux candidats n'aient pas lu la prémisse attentivement. Il conviendrait de rappeler aux candidats que dans les épreuves de physique, la formulation est en général concise et qu'il est nécessaire de bien lire chaque mot.

### Q22

Le choix fréquent du distracteur A correspond à une idée fausse répandue. On obtient la cohérence avec une différence de phase constante, pas seulement quand les sources sont en phase.

### Q33

Quand il s'agit de tracer la variation en fonction du nombre de masse de l'énergie de liaison par nucléon, il est vrai que les manuels diffèrent. Certains montrent la ligne dans le 1<sup>er</sup> quadrant et d'autres dans le 2<sup>ème</sup>. Les élèves devraient bien connaître les deux approches. Les statistiques indiquent que les élèves n'ont pas été affectés par le choix de quadrant de la question.

## Épreuve 2

### Seuils de classement des notes par composante

#### Niveau moyen

<b>Note finale :</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gamme des notes:</b>	0 -4	5-9	10-14	15-20	21-25	26-31	32-50

#### Niveau supérieur

<b>Note finale :</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gamme des notes:</b>	0-10	11-20	21-31	32-41	42-52	53-62	63-95

### Remarques générales

Le nombre de formulaires G2 renvoyés par les enseignants a été décevant et ne permettent pas de généraliser les avis exprimés. Les deux épreuves ont été perçues comme passablement plus difficiles que celles de mai 2004. De nombreux enseignants pensent que le programme n'a pas été bien couvert. D'après les commentaires reçus, il est possible que la question A1 ait été incluse dans le Thème 12. Cependant, la question A1 est une question reposant sur les données. La connaissance du Thème 12 n'était pas nécessaire. Il faut se rappeler que les données sont généralement placées dans un certain contexte mais que ce sont les données qui sont analysées, sans évaluation du contenu du sujet.

La plupart des enseignants estiment que la formulation et la présentation des épreuves étaient bonnes ou satisfaisantes.

Quelques commentaires portent sur la nécessité de donner des définitions de quantités et des rappels de faits. Il faut garder à l'esprit que les questions de la Section B devraient être équilibrées. Ainsi, un rappel de fait dans une question devrait avoir environ la même pondération que dans les autres. Il arrive souvent qu'une définition ou un autre rappel de fait soit utilisé comme moyen de donner une introduction à un problème particulier. La référence aux objectifs et aux verbes d'action dans le Guide du programme tend à montrer que le rappel est justifié et, d'après les examinateurs, qu'il est souhaitable, en particulier pour les candidats plus faibles.

### Parties du programme qui se sont avérées difficiles pour les candidats

Dans les épreuves de niveau supérieur et moyen, la question B2 a été la moins populaire et la note moyenne pour cette question a été en général inférieure aux notes des autres questions. Ceci est largement dû aux réponses médiocres données pour les sections (a) et (b).



Il y a un problème général qui n'est pas spécifique à une question ou un domaine particulier. Les candidats perdent beaucoup trop de points à cause de formulations maladroites de définitions et de rappels de faits. Les définitions manquent souvent de précision et sont exprimées avec un langage non scientifique. Une connaissance approfondie des définitions est importante. Sans cette connaissance, quand les candidats essaient de répondre à des questions donnant lieu à une application ou une discussion, les réponses sont souvent formulées avec des généralisations utilisant des termes vagues.

## Parties du programme et de l'examen auxquelles les candidats semblaient bien préparés

Il n'y a aucune partie de l'examen pour laquelle on peut affirmer que tous les candidats semblaient bien préparés. Les candidats les plus capables ont souvent montré des faiblesses. Les candidats plus faibles ont souvent obtenu la majorité de leurs points dans un petit nombre de parties isolées. En général, les candidats ont essayé de répondre à la plupart des sections de chaque question. Cependant, de telles tentatives ont souvent montré un manque de connaissances et de compréhension des concepts de base.

## Points forts et points faibles des candidats dans le traitement des questions individuelles

### Section A

#### A1 (NS et NM)

- (a) À quelques exceptions près, les candidats ont donné la bonne réponse. Très peu n'ont pas su calculer la réponse et l'erreur la plus courante a été commise dans les arrondis, c'est-à-dire 0,429 au lieu de 0,430.
- (b) L'identification dans (i) a présenté très peu de problèmes et, dans (ii), la plupart des candidats ont pu marquer le point avec une précision d'un demi carré de la grille. Cependant, nombreux n'ont pas su tracer une bonne droite d'ajustement. Il faut recommander aux candidats d'examiner le nuage de points autour de la droite voulue et de faire en sorte que les points soient uniformément répartis des deux côtés de la droite.
- (c) (i) Plus de 50% des candidats ont donné une valeur acceptable pour la pente. Cependant, il conviendrait de rappeler aux candidats de ne pas utiliser les points de données sauf s'ils se trouvent sur la droite d'ajustement et de ne pas utiliser des points de référence rapprochés l'un de l'autre sur la droite d'ajustement.  
(ii) Beaucoup commirent l'erreur de supposer que la droite devait passer par l'origine. De nombreux candidats ont essayé d'expliquer la divergence en termes d'une petite différence entre la valeur de la pente calculée en (i) et celle calculée avec l'équation donnée.
- (d) De nombreuses réponses étaient correctes, malgré les explications incorrectes en (c)(ii).

#### A1 (NS seulement)

- (e) Il y a eu des bonnes réponses mais elles représentent la minorité. Les candidats ne semblent pas avoir réalisé qu'ils devaient calculer une valeur extrême pour  $E^{-1/2}$ , en fonction de la valeur de, et de l'incertitude sur,  $E$ . Ils auraient ensuite pu justifier que l'incertitude dans  $E^{-1/2}$  portait sur le troisième chiffre.

#### A2 (NS seulement)

- (a) Il y a eu très peu d'erreurs dans (i), (ii) et (iii). Cependant, dans (iv), les candidats ont souvent donné la réponse  $27t$ , au lieu de  $27(t - 6)$ .

- (b) Il conviendrait de rappeler aux candidats de suivre les instructions données dans la question. Ces instructions donnent souvent des conseils sur la façon de répondre. Certains ont essayé de faire le calcul sans se reporter à leur réponse en (a). Ceux qui ont développé une équation en égalisant la distance parcourue par les deux voitures ont généralement réussi.

**A2 (NM seulement)**

- (a) La plupart des candidats ont bien mentionné une force centripète. Cependant, la grande majorité des réponses ont ensuite continué en affirmant ou en laissant entendre que la sphère était en équilibre, au lieu d'expliquer que la tension du ressort étiré *fournissait* la force centripète nécessaire.
- (b) La plupart des copies ont donné une expression correcte de la force centripète. L'erreur la plus courante a été commise dans la détermination de la tension du ressort.

**A3 (NS seulement)**

- (a) La terminologie utilisée était médiocre, ce qui a coûté des points à de nombreux candidats. Des réponses ont fait référence aux "atomes" au lieu des "noyaux" et à "gros" plutôt que "massifs". De plus, ce qui arrive au noyau quand il se "fragmente" lors de la fission n'a pas été bien expliqué. Les candidats devraient éviter de paraphraser la question. "La fusion se produit quand des noyaux fusionnent" ne donne aucune information sur ce que signifie la fusion.
- (b) On peut classer les candidats en deux groupes. Ceux qui ont terminé le calcul sans difficulté apparente et ceux qui ne savaient pas ce que l'on attendait d'eux. Une erreur courante a été de simplement calculer le produit de l'énergie et de l'énergie libérée lors de chaque fission.

**A3 (NM seulement)**

- (a) Certaines réponses étaient complètes mais la majorité n'était pas formulée clairement. De nombreux candidats se sont contentés de dire que les particules les plus énergétiques s'échapperaient et que l'énergie du liquide en serait donc réduite, avec pour effet de diminuer la température. L'énergie cinétique est réduite, quelle que soit l'énergie relative de la molécule/atome s'échappant. Il conviendrait de rappeler aux candidats d'utiliser la terminologie correcte, et, dans ce cas, ils auraient dû évoquer l'énergie cinétique moyenne.
- (b) La plupart des candidats ont su donner au moins un facteur mais beaucoup n'ont pas caractérisé les facteurs qu'ils avaient choisis. La question demandait de citer les facteurs entraînant une augmentation de la vitesse et donc, par exemple, une "surface de contact plus importante" aurait été correcte, au lieu d'une simple "surface de contact".
- (c) Il conviendrait d'encourager les candidats à poser et expliquer leurs calculs. Dans les copies où ils l'ont fait, les candidats ont généralement obtenu de bonnes notes. Les équations confuses et incomplètes se sont généralement soldées par de faibles notes.

**A4 (NS seulement)**

- (a) En général, les candidats ont mal répondu à cette question. Ils ont souvent fait référence à un photon et à l'énergie photon au lieu de donner une preuve expérimentale.
- (b) (i) La plupart ont pu donner l'équation d'Einstein avec des symboles. L'erreur la plus courante fut d'omettre de donner l'énergie cinétique maximale en termes de  $V_S$ .
- (ii) Certains candidats ont trouvé l'algèbre difficile quand ils ont dû réarranger les termes pour faire de  $V_S$  l'objet de l'équation. Il est encourageant de constater que les candidats ont bien mentionné l'équation  $y = mx + c$ , et ont comparé les termes avec l'équation d'Einstein réarrangée.
- Une explication était essentielle mais les candidats les plus faibles n'ont pas réussi à appuyer leurs commentaires.

(iii) Les candidats pouvaient utiliser le point d'intersection sur le graphique ou un point de la droite. De nombreuses réponses étaient correctes mais un certain nombre de candidats n'ont pas été clairs sur ce qui était en jeu.

## Section B

### B1 (NS et NM)

(a) (i) En général, la quantité de mouvement a été définie correctement. Cependant, de nombreux candidats ont défini l'impulsion comme un taux de variation de la quantité de mouvement.

(ii) Les candidats devraient éviter de paraphraser la question. La référence à la conservation de la quantité de mouvement ne montre pas que la loi est comprise. De nombreux candidats ont omis de préciser qu'il ne doit y avoir aucune force extérieure agissant sur le système.

(iii) Certains n'ont pas vraiment compris comment aborder le problème. D'autres ont réalisé qu'il ne pouvait pas y avoir de force résultante mais n'en ont rien déduit. Il y a cependant eu de très bonnes déductions.

(b) (i) Pratiquement toutes les réponses étaient correctes.

(ii) Pour les candidats qui ont compris la signification du terme  $eV$ , le calcul a présenté très peu de difficultés. Il est clair qu'une minorité n'avait pas bien compris la situation.

(iii) Certains candidats se sont compliqués la tâche en calculant la masse de deux protons et de deux neutrons avec quatre ou cinq chiffres significatifs. Ils doivent se rendre compte que quand la réponse est donnée avec trois chiffres significatifs, une telle précision est en fait excessive.

(c) (i) La flèche dessinée était souvent si courte qu'il était impossible de juger si le noyau et la particule  $\alpha$  étaient censés se déplacer en sens contraires.

(ii) Le calcul de la quantité de mouvement a souvent été effectué avec peu ou sans explications.

Beaucoup de candidats n'ont pas réalisé que seul le rapport des masses était requis et ils ont par conséquent dû passer du temps à calculer, en kg, les masses du noyau et de la particule  $\alpha$ .

(iii) Les candidats devaient examiner l'effet sur les trajectoires. À la place, de nombreux se sont concentrés sur la magnitude de la vitesse et ont complètement ignoré la direction.

### (d) (NS seulement)

(i) Les candidats pouvaient par exemple prendre en considération le nombre de neutrons, les diamètres des noyaux ou leur stabilité. Ils ne devraient pas se répéter. Affirmer par exemple que le nombre de neutrons et le nombre de nucléons sont différents ne représente pas deux différences distinctes.

(ii) Comme d'habitude, la plupart des réponses n'ont pas indiqué clairement ce qui était réduit de moitié. Il était nécessaire d'exprimer sans ambiguïté la quantité réduite de moitié et que tout produit de filiation ne pouvait absolument pas être inclus.

(iii) Généralement bien traitée avec une explication adéquate. L'erreur la plus courante a été l'apparition ou la disparition mystérieuse du signe négatif.

(iv) Beaucoup de candidats n'ont pas réalisé qu'ils devaient utiliser l'équation  $A = \lambda N$ . Par conséquent, les réponses se sont souvent limitées au calcul de  $\lambda$ .

### (d) (NM seulement)

(i) Les candidats ont souvent mal lu la question et ont ensuite parlé de la raison pour laquelle l'activité d'une source n'avait pas de durée de vie. Les candidats étaient censés faire référence à la probabilité constante de la désintégration par unité de temps d'un noyau.

(ii) Comme d'habitude, la plupart des réponses n'ont pas indiqué clairement ce qui était réduit de moitié. Il était nécessaire d'exprimer sans ambiguïté la quantité réduite de moitié et que tout produit de filiation ne pouvait absolument pas être inclus.

(iii) Les axes avaient été annotés et les quantités indiquées sur la grille graphique. Les candidats étaient censés tracer une courbe passant par les points appropriés. Cependant, de nombreuses courbes ont été dessinées sans tenir compte du tout de l'activité se réduisant de moitié pendant chaque intervalle de temps égal à la demi-vie.

(iv) Les candidats se sont souvent compliqués la tâche consistant à trouver l'activité à 120 s à cause de leur graphique médiocre. Certains candidats plus capables ont utilisé une équation utilisant des exponentielles pour calculer l'activité à 330 s. Ceci n'était pas nécessaire. Une opération de "réduction de moitié" était largement suffisante mais malgré ceci, de nombreuses réponses étaient incorrectes.

**(e) (NS seulement)**

Il n'y avait délibérément pas de réponse simple et unique à cette question. Les candidats pouvaient argumenter l'option choisie. Ils étaient censés formuler un raisonnement valable reposant sur la dose totale ou sur l'intensité de la dose.

**B2 (NS et NM)**

(a) (i) La plupart des réponses ont été médiocres. La plupart des candidats ont été incapables de décrire une onde progressive en termes de transfert d'énergie et très peu ont essayé de décrire la signification de *progressive*.

(ii) Les candidats étaient censés faire référence à la vitesse de transfert de l'énergie. Beaucoup ont mentionné la "vitesse de déplacement de l'onde".

**(b) (NS seulement)**

(i) Les candidats n'ont pas souvent obtenu de point. Les définitions ont été données comme des généralisations qui avaient peu, voire aucune signification. La fréquence a souvent été définie comme le nombre de vibrations par seconde. Ceci ne donne aucune indication qu'un rapport est en jeu et la définition ne devrait pas être donnée en termes d'unités. Il aurait été approprié d'utiliser l'expression "par unité de temps" au lieu de "par seconde".

(ii) Très peu de réponses ont fait une référence claire aux crêtes *successives* pour définir la longueur d'onde.

**(b) (NM seulement)**

(i) Les candidats n'ont pas souvent obtenu de point. Les définitions ont été données comme des généralisations qui avaient peu, voire aucune signification. La fréquence a souvent été définie comme le nombre de vibrations par seconde. Ceci ne donne aucune indication qu'un rapport est en jeu et la définition ne devrait pas être donnée en termes d'unités. Il aurait été approprié de faire référence à l'expression "par unité de temps" au lieu de "par seconde".

(ii) Les déductions ont souvent été limitées à  $vitesse = distance/temps = longueur\ d'onde/période = longueur\ d'onde \times fréquence$ , sans explication sur les liens entre les différentes quantités. Les déductions, de par leur nature même, doivent contenir des explications et ne doivent pas se résumer à une suite d'équations.

**(c) (NS et NM)**

(i) Les diagrammes n'étaient en général pas liés à la situation. Beaucoup ont dessiné la représentation d'une onde stationnaire qui ne pouvait en aucun cas être observée dans un tuyau fermé. Certains candidats ont indiqué que l'onde serait réfléchie à la surface de

l'eau. Cependant, très peu ont continué en expliquant que l'onde stationnaire était le résultat de l'interférence des ondes incidentes et réfléchies.

(ii) Les explications étaient très confuses et n'ont pas souvent mentionné la résonance. Les candidats étaient censés décrire la résonance en termes des fréquences appliquées et naturelles et expliquer que la fréquence naturelle dépend de la longueur du tube. Un changement de longueur mettrait donc fin à la résonance.

(iii) Presque toutes les réponses ont utilisé l'équation  $v = f\lambda$ . Cependant, seule une petite minorité a su donner la valeur correcte pour la longueur d'onde.

**(d) (NS et NM)**

Curieusement, la valeur correcte de la force a souvent été divisée par le déplacement en vue de calculer la pression. La conversion de  $\text{mm}^2$  en  $\text{m}^2$  a présenté un problème pour beaucoup de candidats.

**(e) (NS et NM)**

(i) Malgré le graphique donné, la plupart des réponses ont utilisé  $Fd$  au lieu de  $\frac{1}{2}Fd$ , où  $F$  est la force finale.

(ii) Les tentatives de déduction du temps ont été très rares. Cependant, la plupart ont été capables d'utiliser ce temps donné pour déterminer la puissance moyenne.

(iii) Les candidats devraient se rendre compte qu'à ce niveau d'examen une réponse telle que "chaleur" est insuffisante et inappropriée. La forme d'énergie et sa localisation doivent être clairement indiquées.

**(f) (NS seulement)**

(i) La plupart des candidats ont réalisé qu'ils devaient utiliser l'équation  $v = f\lambda$ . Cependant, la majorité n'a pas su déterminer la longueur d'onde à partir de la différence de trajectoire.

(ii) En général, les affirmations étaient correctes. Cependant, seuls les candidats les plus capables ont su donner des explications adéquates en terme d'ajout des déplacements individuels. Les explications du genre "interférence destructive incomplète" n'ont pas été acceptées car elles ne donnaient pas assez de détail.

**B3 (NS et NM)**

Partie 1

(a) Les caractéristiques  $I$ - $V$  étant demandées, il fallait donc un moyen de faire varier  $I$  ou  $V$ . Très peu de circuits comprenaient de composant variable. Il est surprenant de constater que de nombreux circuits étaient totalement irréalisables.

(b) Les deux parties de la section ont généralement été traitées correctement. Il est encourageant de constater qu'il y a eu très peu de tentatives d'utiliser une pente pour déterminer  $R$ .

(c) (i) La plupart des candidats ont tracé une droite dans les quadrants 1 et 3. En général, la pente était correcte.

(ii) Les réponses correctes représentent la minorité. La grande majorité des réponses ont supposé une résistance constante pour  $X$ , ce qui donnait une résistance totale de  $3,5 \Omega$  pour le circuit. Les candidats étaient censés lire sur le graphique les valeurs de la différence de potentiel pour un courant de  $3,0 \text{ A}$ .

**(d) (NM seulement)**

De nombreux candidats semblent ne pas avoir étudié ce thème et ont donc dû se contenter de deviner les réponses.

(i) Une résistance constante fut une réponse courante. Parmi les candidats qui avaient bien compris le thème, une réponse fréquente mais incorrecte était la variation linéaire de la résistance avec la température.

(ii) Très peu de réponses ont essayé de mesurer la résistance pour deux températures connues (points fixes). Il était ensuite impossible de construire une échelle.

**(NS et NM)**

Partie 2

(a) Il conviendrait de rappeler aux candidats que le tracé d'un champ de force comprend la séparation relative des lignes de champ. De nombreuses copies n'en ont pas tenu compte, souvent à cause de croquis très médiocres.

(b) (i) La plupart des explications ont mentionné le champ magnétique d'une spire à proximité du courant dans la deuxième spire. Cependant, peu ont expliqué pourquoi des forces s'exerçaient sur les deux spires (par ex. référence à la troisième loi de Newton).

(ii) De nombreux candidats ont su donner une expression correcte de la force par unité de longueur sur des fils rectilignes parallèles. Cependant, de nombreuses erreurs ont été commises lors du remplacement des distances appropriées.

**(NS seulement)**

Partie 3

(a) (i) La loi de Faraday doit être énoncée en terme de f.e.m. induite et non pas de courant induit, et la *proportionnalité* avec le taux de variation du flux doit être indiquée.

(ii) De nombreuses réponses ont été acceptées pour cette question. Il faut rappeler que, dans ce type de question, il est nécessaire d'indiquer l'emplacement du changement de flux.

(b) (i) À quelques exceptions près, le flux et le courant ont été représentés en phase.

(ii) La plupart des candidats ont réalisé que la fréquence de la f.e.m. induite resterait inchangée mais peu ont été capables de donner la phase correcte.

(iii) La plupart des réponses ont indiqué que la f.e.m. serait réduite mais l'explication était souvent absente ou inadéquate.

(c) Il y a eu de bonnes suggestions dont notamment dans les avantages : ne pas avoir à interrompre le courant ou à approcher le câble de trop près. Les inconvénients comprenaient le problème de juger la distance du câble et le fait que les autres câbles conducteurs perturberaient la mesure.

**B4 (NS seulement)**

Partie 1

(a) (i) Malgré l'indication de considérer seulement la théorie cinétique, certains candidats ont donné l'explication en termes d'équation des gaz parfaits. Certaines descriptions étaient très complètes, débordant le nombre de lignes suggéré pour la réponse. Les candidats devraient toujours tenir compte des points alloués et du nombre de lignes réservées à la réponse ainsi que du verbe d'action pour décider du niveau de détail à consacrer à une réponse.

(ii) La plupart des réponses ont fait référence à l'absence d'énergie potentielle. La raison associée n'était pas toujours évidente. Le lien entre l'énergie interne, l'énergie potentielle et l'énergie cinétique aléatoire des molécules n'a pas été donné.

(b) (i) Comme d'habitude, un grand nombre de candidats ont utilisé les deg. C au lieu des kelvins. Ce qui est surprenant c'est que de nombreux candidats ont calculé le volume final et n'ont pas su déterminer la variation de volume.

(ii) Le problème le plus courant dans ce simple calcul a été la conversion de  $\text{cm}^3$  en  $\text{m}^3$ .

(c) (i) Il conviendrait d'encourager les candidats à ne pas donner une définition en termes d'unités. Ce n'est pas l'unité de la chaleur massique spécifique qui est définie.

(ii) À quelques exceptions près, l'augmentation de la vitesse ou de l'énergie cinétique a été mentionnée. Cependant, de nombreux candidats ont omis de préciser le point crucial, à savoir que c'est la moyenne qui augmente.

(iii) La plupart des candidats ont su indiquer qu'un travail extérieur est produit quand on chauffe à pression constante mais pas quand on chauffe à volume constant. Malheureusement, de nombreux candidats n'ont pas réussi à tirer la conclusion nécessaire de ces affirmations.

#### Partie 2

(a) Une explication a très rarement été donnée. À la place, les candidats ont mentionné des équations ainsi que l'algèbre subséquente. Il conviendrait d'encourager les candidats à expliquer leur raisonnement.

(b) (i) À quelques exceptions près, les équations correctes ont été données.

(ii) La plupart des candidats ont traité cette partie correctement.

(c) (i) Pratiquement tous les candidats ont donné la réponse évidente et correcte.

(ii) Les candidats étaient censés *déduire* le résultat. Beaucoup ont énoncé une affirmation sans justification.

(iii) Aucune explication n'était demandée ici. Sans tenir compte de la réponse donnée en (ii), beaucoup ont réalisé que la vitesse augmenterait.

(iv) Les réponses ont été décevantes, de nombreux candidats n'ayant pas abordé la question de l'augmentation des forces de frottement. Les candidats plus capables ont affirmé que les forces de frottement augmenteraient avec la diminution de la hauteur mais ont ensuite omis d'expliquer comment la résistance croissante affecterait la vitesse de diminution de la hauteur.

### Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

- Les commentaires généraux et le langage non scientifique ne sont pas acceptables pour définir des quantités et des termes. Les définitions, de par leur nature même, sont précises. Il conviendrait d'encourager les candidats à développer une connaissance approfondie des manuels. Il ne s'agit pas d'apprendre pour apprendre. Un manque de connaissance peut gêner la compréhension dans une telle mesure que l'"application" et l'"extension" de la matière du sujet sont fortement limitées. De plus, l'utilisation d'un langage courant au lieu d'une terminologie scientifique génère des affirmations erronées. Un exemple classique d'un tel langage courant est l'utilisation du mot "puissant". Les candidats utilisent ce terme pour dire "force plus grande" ou "plus d'énergie" ou, correctement, "vitesse de fonctionnement plus importante".
- Quand des diagrammes et des graphiques sont dessinés, ils devraient montrer les aspects importants et pertinents. Quand ils dessinent un graphique, de nombreux candidats essaient de dessiner les lignes à main levée à l'aide d'un stylo. Ils ne peuvent donc pas corriger les erreurs éventuelles et la ligne ne convient pas. Bien que le graphique puisse être un croquis, les candidats devraient s'assurer que la ligne passe par les points importants évidents.
- Les candidats devraient noter le nombre de points alloués à chaque section ou sous-section pour déterminer le niveau de détail à accorder à une réponse. En général, les réponses d'une phrase ne conviennent pas quand plusieurs points ont été alloués. De plus, il faut faire attention aux verbes d'action tels qu'ils sont listés dans le Guide. En particulier, quand les candidats doivent "indiquer et expliquer", "déduire" ou "suggérer", une simple déclaration de la conclusion ou un raisonnement fallacieux ne donne aucun point pour la conclusion.
- Après avoir effectué des calculs, les candidats devraient se demander si la réponse est réaliste et la donner, accompagnée de ses unités, avec un nombre approprié de chiffres significatifs. Les réponses incorrectes par de nombreuses puissances de dix ne sont pas

rare et sont facilement corrigées car elles proviennent souvent d'une unité incorrecte (par ex. utilisation de km au lieu de m).

## Épreuve 3

### Seuils de classement des notes par composante

#### Niveau moyen

<b>Note finale :</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gamme des notes:</b>	0-4	5-9	10-14	15-17	18-21	22-24	25-40

#### Niveau supérieur

<b>Note finale :</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gamme des notes:</b>	0-7	8-14	15-20	21-26	27-31	32-37	38-60

### Remarques générales

Bien qu'il y ait eu des questions difficiles cette année, de nombreux candidats semblent avoir trouvé l'épreuve accessible. Bien que certaines copies aient été très médiocres, d'autres avaient un niveau très élevé et ces candidats ont montré une excellente compréhension des deux options qu'ils avaient étudiées.

En général, les candidats semblent avoir géré leur temps de manière appropriée et rien ne montre qu'ils aient été désavantagés par un manque de temps. Cependant, comme dans les années précédentes, certains candidats n'ont pas tenu compte de l'espace disponible pour les réponses à des sous-questions particulières ni des points pouvant être attribués. Par conséquent, ils ont parfois donné des réponses excessivement longues à des questions qui ne comptaient que pour un point et des réponses très brèves à des questions de quatre points. De nombreux candidats semblaient ignorer le fait qu'ils devaient mettre leurs réponses dans l'espace prévu dans les questionnaires d'examen et ont utilisé inutilement des feuilles supplémentaires. Quelques candidats ont répondu à plus de deux options et il est clair que certains candidats ont répondu à des options qu'ils n'avaient pas révisées.

Il faut encourager les candidats à s'assurer qu'ils ont tourné la page et qu'ils ont répondu à toutes les parties des questions d'une option particulière. Les erreurs de chiffres significatifs et les erreurs d'unités continuent à diminuer. C'est là une tendance appréciée dans la recherche de la précision.

La majorité des candidats ont indiqué les étapes suivies dans leurs calculs et ont donc obtenu des points pour "erreur reportée" ainsi que des points pour des réponses partiellement correctes. Cependant, un nombre inquiétant de candidats ont simplement écrit une réponse à des calculs numériques (comportant souvent plusieurs opérations de calcul) sans indiquer leur raisonnement. De même, quand l'énoncé demande aux candidats de déduire qu'une valeur donnée est correcte, il est clair qu'aucun point ne peut être attribué en l'absence de raisonnement.

Les commentaires des enseignants donnés sur les formulaires G2 pour les niveaux moyen et élevé peuvent être résumés ainsi :

#### Niveau moyen

- Environ 70 % ont trouvé cette épreuve d'un niveau similaire à celle de l'année dernière et 30 % l'ont trouvée un peu plus difficile. Cependant, dans l'ensemble, 95 % ont trouvé que l'épreuve était d'un niveau approprié et 5 % l'ont trouvée trop difficile.



- Environ 40 % ont trouvé la couverture du programme satisfaisante et 60 % l'ont trouvé bonne.
- Environ 30 % ont trouvé la clarté de la formulation des questions satisfaisante et 70 % l'ont trouvé bonne.
- Environ 20 % ont trouvé la présentation satisfaisante et 80 % l'ont trouvé bonne.
- Comme pour les années précédentes, les options les plus populaires ont été l'option A (Mécanique) et l'option H (Optique).

### **Niveau supérieur**

- Environ 70 % ont trouvé cette épreuve d'un niveau similaire à celle de l'année dernière, 10% l'ont trouvé un peu plus facile et 20 % un peu plus difficile. Cependant, dans l'ensemble, 92 % ont trouvé que l'épreuve était d'un niveau approprié, 3 % l'ont trouvé trop difficile et 5 % l'ont trouvé trop facile.
- Environ 40 % ont trouvé la couverture du programme satisfaisante et 60 % l'ont trouvé bonne.
- Environ 40 % ont trouvé la clarté de la formulation des questions satisfaisante et 60 % l'ont trouvé bonne.
- Environ 30 % ont trouvé la présentation satisfaisante et 70 % l'ont trouvé bonne.
- Comme pour les années précédentes, les options les plus populaires ont été l'option H (Optique), l'option G (Relativité) et l'option F (Astrophysique).

### **Parties du programme qui se sont avérées difficiles pour les candidats**

Comme dans les examens précédents, les candidats ont montré des faiblesses dans l'utilisation de l'équation des lentilles et le tracé de diagrammes géométriques. L'utilisation des moments dans l'option A du niveau moyen a souvent été incorrecte. Les définitions étaient souvent incomplètes et manquaient de précision, tout comme les réponses à rallonge. Dans ces dernières, de nombreuses réponses reposaient sur des anecdotes au lieu de principes de physique.

Les domaines qui ont causé des problèmes comprennent :

- le mouvement d'un projectile,
- l'intensité du champ gravitationnel,
- les objets étendus en équilibre,
- les concepts de la production de particules et d'antiparticules et les lois de conservation,
- les processus thermodynamiques,
- les coefficients d'atténuation et la couche de demi-atténuation,
- l'intensité acoustique et les niveaux d'intensité acoustique,
- la découverte du neutron par Chadwick,
- le concept d'éclat stellaire apparent,
- le paradoxe d'Olbers,
- l'expérience de Michelson–Morley,
- la dynamique relativiste,

- le principe d'équivalence,
- l'angle critique,
- le tracé de diagrammes géométriques,
- la résolution.

### **Parties du programme et de l'examen auxquelles les candidats semblaient bien préparés**

- En général, les candidats ont bien su utiliser les équations et remplacer les valeurs numériques dans les formules.

### **Points forts et points faibles des candidats dans le traitement des questions individuelles**

#### **NM seulement**

Il semble que A et H aient été les deux options les plus populaires.

#### **Option A - Mécanique**

##### **Question 1 Mouvement d'un projectile**

Un grand nombre de candidats ont dessiné un graphique de la distance verticale par rapport à la distance horizontale.

Les explications en termes de conservation de l'énergie étaient souvent incomplètes dans le sens que la conservation de l'énergie n'était pas mentionnée.

##### **Question 2 Champs gravitationnels**

Cette question n'a pas été bien répondue. Les définitions de l'intensité du champ étaient bien souvent autre chose que des définitions –“la force subie par les planètes”. La référence à une petite masse ou à une masse ponctuelle a rarement été faite.

Les candidats qui ont réussi à répondre correctement à (b)(i) ont souvent continué en estimant une valeur correcte pour la masse de Jupiter.

##### **Question 3 Dispositif de pesée**

La condition d'équilibre de rotation était souvent absente.

Plusieurs candidats ont donné à la partie (c) une réponse correcte reposant sur un raisonnement de symétrie clairement formulé et ont obtenu le maximum de points.

La question a globalement démontré que de nombreux candidats ont des difficultés à travailler avec des symboles algébriques.

#### **Option B - Complément de physique quantique et nucléaire**

Cette option n'a pas été souvent choisie.

##### **Question 1 L'effet photoélectrique**

Peu de réponses ont bien formulé pourquoi le principe d'Einstein explique l'existence d'une fréquence seuil. De nombreuses réponses n'étaient pas claires et le fait que les électrons ont besoin d'énergie pour être éjectés d'une surface métallique a rarement été mentionné.

De nombreux candidats ont su trouver une valeur correcte de la fréquence seuil mais peu ont su trouver une valeur correcte pour la fonction de travail.

### **Question 2 Désintégration radioactive**

L'équation de désintégration a souvent été complétée correctement mais le problème a mis en échec beaucoup de candidats qui souvent n'ont pas su où commencer.

### **Question 3 Les particules et leurs lois de conservation**

La partie (a) a souvent été répondue mais très peu de candidats ont reconnu que la conservation du nombre baryonique serait violée dans la deuxième interaction donnée.

## **Option C – Complément sur l'énergie**

Cette question n'a pas été souvent choisie.

### **Question 1 Pompe à chaleur**

Les schémas étaient souvent correctement annotés mais le calcul était incorrect. De même, bien que les deux processus étaient souvent bien expliqués, une bonne explication a rarement été donnée pour indiquer pendant quel processus l'énergie était absorbée de l'extérieur de la maison.

### **Question 2 Energie éolienne**

Dans cette question, la manipulation arithmétique a posé un problème pour de nombreux candidats.

De nombreux candidats ont correctement identifié et expliqué un inconvénient de la production d'énergie à partir d'énergie éolienne.

## **Niveaux supérieur et moyen combinés**

### **Option D – Physique biomédicale**

#### **Question 1 Rapports d'échelle**

Une petite minorité des élèves avaient de toute évidence révisé les questions d'échelle et ont bien répondu. Le reste des élèves qui ont essayé de répondre à cette question n'ont pas compris ce qu'il fallait faire. Comme dans les années précédentes, la répartition des notes était du type tout ou presque rien.

#### **Question 2 Perte auditive**

Il semble que les candidats sont confiants dans ce domaine. À l'exception de copies très médiocres, la question a été assez bien répondue.

#### **Question 3 Rayons X**

La qualité des rayons X n'a généralement pas été comprise, à l'inverse de la couche de demi-atténuation.

### **MCNS**

#### **Question 4 Température corporelle**

Bien que certains aient bien répondu à cette question, le manque de connaissances et l'incapacité à appliquer la calorimétrie à une situation réelle ont entraîné de nombreuses réponses médiocres.

### **Question 5 Dosimétrie**

Beaucoup ne connaissaient pas le terme efficacité biologique relative et le problème a également mis beaucoup de candidats en échec. Il semble que cet aspect de l'option ne soit en général pas bien maîtrisé.

## **Option E – Histoire et développement de la physique**

### **Question 1 Modèles de l'univers**

Il y a eu peu de références aux “sphères” dans les descriptions du modèle de Ptolémée.

### **Question 2 Mouvement et force**

À part pour décrire comment la théorie de Galilée explique le mouvement du bloc, cette question a été généralement bien répondue.

### **Question 3 L'atome et le noyau**

En règle générale, cette question n'a pas été bien répondue. La plupart des candidats ont pu faire la distinction entre le modèle de l'atome de Thompson et de Rutherford mais les travaux de Chadwick sur le noyau n'étaient pas bien connus.

## **MCNS**

### **Question 4 L'atome d'hydrogène**

Hormis l'autre postulat de Bohr, cette question a été très mal répondue. La manipulation algébrique a posé un problème pour de nombreux candidats et peu ont pu expliquer de façon satisfaisante comment le modèle de Schrödinger justifie l'existence des niveaux d'énergie.

## **Option F - Astrophysique**

Option populaire, en particulier au niveau supérieur.

### **Question 1 Rayonnement stellaire et Bételgeuse**

La première partie sur la radiation du corps noir a été généralement bien traitée mais un nombre décevant de candidats n'a pas pu donner de définitions précises pour la luminosité et l'éclat stellaire apparent. L'éclat stellaire apparent a souvent été confondu avec la magnitude apparente. Le calcul a mis en échec de nombreux candidats ; comme dans les années précédentes, les candidats ont eu du mal à traiter les rapports.

### **Question 2 Paradoxe d'Olbers**

Pour l'une des autres suppositions de Newton sur la nature de l'univers, de nombreux candidats ont indiqué que “l'univers était uniforme” au lieu de dire que la répartition des étoiles était uniforme. Il s'agit là d'un autre exemple de manque de précision dans les réponses des candidats.

Les bonnes réponses quantitatives pour décrire le paradoxe d'Olbers ont été rares ; le raisonnement selon lequel toute ligne de visée rencontre une étoile a été le plus couramment invoqué. Cependant, le décalage vers le rouge était bien connu.

## **MCNS**

### **Question 3 Evolution stellaire**

La majorité des candidats avaient une idée de ce qu'était l'évolution du Soleil mais peu ont placé les géantes rouges et les naines blanches dans la bonne région du diagramme de HR. Certains ont placé des trous noirs et des étoiles à neutrons sur la grille.

Peu de candidats ont compris que les étoiles de masse élevée peuvent perdre 80-90 % de leur masse pendant la phase nébuleuse planétaire et ainsi passer en dessous de la limite de Chandrasekhar.

### **Option G – Relativité restreinte et relativité générale**

Option populaire au niveau supérieur.

#### **Question 1 Systèmes de référence**

Les descriptions d'un système de référence étaient souvent médiocres et de nombreux candidats pensent qu'un système de référence s'applique seulement à la Relativité spéciale.

La plupart des candidats ont réalisé que la transformation de Galilée mène à des valeurs différentes pour la vitesse de la lumière mais peu ont su utiliser les équations de transformation de la vitesse pour montrer la constance de la vitesse de la lumière.

Comme dans les années précédentes, le concept de temps propre n'a pas été bien compris. Il semble que certains candidats pensent que, malgré ce qui est enseigné pour la Relativité spéciale, il existe un système de référence absolu dans lequel la valeur du temps est la "vraie" valeur. Malgré ça, le problème a souvent été bien traité.

#### **Question 2 L'expérience de Michelson-Morley**

De nombreux candidats connaissaient le but et le résultat de cette expérience mais sont restés vagues pour les détails expérimentaux.

#### **MCNS**

#### **Question 3 Dynamique relativiste**

Les meilleurs candidats ont bien traité cette question, en particulier ceux qui savaient bien utiliser les unités  $\text{MeV}c^{-2}$  et  $\text{MeV}$ .

#### **Question 4 Décalage gravitationnel vers le rouge**

Les candidats ont invariablement mal répondu à cette question. Ils ont pu rappeler certains faits sur les situations mais n'ont pas su les utiliser de façon structurée pour construire un raisonnement cohérent.

### **Option H - Optique**

Cette option a été souvent choisie aux niveaux moyen et supérieur mais, comme dans les années précédentes, n'a pas été souvent répondue avec assurance.

#### **Question 1 Angle critique**

Les diagrammes géométriques étaient souvent médiocres. Ils ont donné l'impression d'avoir été à moitié mémorisés plutôt que construits. L'angle critique a souvent été mal identifié.

Un nombre non négligeable de candidats ont pu aller jusqu'au calcul de l'angle critique mais ont ensuite été arrêtés par la géométrie.

### Question 2 La lunette astronomique

La première partie de cette question est essentiellement un rappel des manuels standard et aurait donc dû permettre d'obtenir de bonnes notes. Cependant, la définition de la distance focale était souvent incorrecte ou incomplète et, comme dans les années précédentes, les diagrammes géométriques étaient souvent très médiocres.

L'équipe d'examineurs reconnaît que le cercle oculaire ne fait pas partie du programme mais il faut noter que cette connaissance n'était en fait pas nécessaire à la résolution du problème. La question consiste essentiellement à définir une situation dans laquelle les candidats doivent repérer la position de l'image de l'objectif formé par l'oculaire. Rétrospectivement, il aurait été préférable d'omettre les deux dernières phrases de la prémisse et de réduire ainsi la longueur du texte.

### MCNS

### Question 3 Résolution optique

Les graphiques ont souvent été bien réalisés (bien que sur trop de diagrammes les distributions d'intensité ne touchaient pas l'axe des  $x$ ) mais, comme dans les années précédentes, le problème n'a pas été bien traité. L'utilisation de l'approximation du petit angle semble déconcerter de nombreux candidats.

### Question 4 Diffraction par plusieurs fentes

Les graphiques étaient souvent médiocres mais le problème a souvent été traité correctement.

## Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

Les recommandations faites par l'équipe d'examineurs comprennent les idées suivantes :

- Il est important de ne pas attendre la fin des cours pour étudier les options. Leur étude pourrait alors être trop rapide ou incomplète. Il faut prévoir suffisamment de temps pour l'étude des options et les incorporer soigneusement dans l'ensemble du programme. Les candidats ne devraient pas essayer de choisir une option qu'ils n'ont pas étudiée.
- Si les candidats étudient une option seuls, les enseignants doivent veiller à suivre attentivement leurs progrès et à leur fournir un soutien adéquat. Les candidats d'une même école qui ont répondu aux questions dans les deux mêmes options ont généralement obtenu de meilleurs résultats que les candidats de la même école qui ont répondu à des questions de plusieurs options différentes.
- Les candidats devraient lire attentivement chaque question avant de répondre.
- Les réponses doivent être concises. Il n'est pas nécessaire d'écrire des phrases excessivement longues.
- Les candidats doivent s'assurer qu'ils connaissent bien les définitions des quantités physiques. Les définitions doivent être précises, justes et détaillées.
- Les candidats doivent utiliser le nombre de points alloués à une partie donnée de la question comme indication sur le niveau de détail requis pour répondre.
- Il conviendrait d'encourager les candidats à produire des diagrammes clairs et annotés.
- Les candidats doivent vérifier leurs réponses pour voir si elles sont réalistes, par ex. la distance à une étoile ne peut pas être  $2 \times 10^{-18}$  m.
- Les candidats devraient bien connaître le contenu du Recueil des données.

- Les réponses doivent être écrites dans l'espace prévu sur le questionnaire d'examen lui-même et des feuilles supplémentaires utilisées au besoin.
- Les candidats ne doivent pas répondre au crayon de bois car les réponses sont alors souvent difficiles à lire.
- Les candidats ont besoin de s'exercer davantage à interpréter les données, surtout quand elles sont présentées sous forme graphique.
- Les candidats doivent faire plus d'exercices pour s'entraîner à manipuler les rapports sous forme numérique et symbolique.