

2.2 - Epreuves écrites

2.2.A - PHYSIQUE I - Filière MP

I) REMARQUES GENERALES

Le problème proposé, intitulé *à propos de Heinrich Olbers*, faisait étudier les caractéristiques de la comète 13P/Olbers ainsi que le paradoxe de la nuit noire. Pourquoi le ciel est-il noir la nuit alors que, si l'univers est infini, on doit statistiquement trouver des étoiles dans toutes les directions d'observation ?

Les grands thèmes du cours abordés étaient :

- le mouvement d'un point masse soumis à l'action du soleil ;
- l'équilibre d'une atmosphère isotherme ;
- le rayonnement du corps noir et la loi de Planck.

L'épreuve, assez longue, contenait des questions de difficulté variable. Les parties commençaient par des questions proches du cours et finissaient par des questions difficiles. Le jury a été déçu de constater que des questions faciles étaient mal traitées.

II) REMARQUES PARTICULIERES

Nous commentons chaque question individuellement. Entre parenthèses, nous indiquons le pourcentage de réussite à chaque question. Certaines fois, le pourcentage très faible de réussite est dû au fait que la question n'a été abordée que par très peu de candidats.

Question 1 (75% de réussite) Pour prouver que le mouvement de la comète est plan, de nombreux candidats calculent le moment cinétique en supposant que la vitesse s'écrit $\vec{v} = \dot{r}\vec{u}_r + r\dot{\phi}\vec{u}_\phi$. Ils ne se rendent pas compte que cela revient déjà à supposer que le mouvement est plan. Ils croient ainsi faire une démonstration alors qu'ils ne prouvent rien.

Question 2 (75% de réussite) Les candidats savent en général introduire la constante des aires.

Question 3 (75% de réussite) Les erreurs viennent souvent du signe. Rares sont les candidats qui justifient que $E_p = -\frac{GmM_\odot}{r}$.

Question 4 (40% de réussite) Les bons candidats introduisent la notion d'énergie potentielle efficace et proposent graphiquement un encadrement de \mathcal{E} .

Question 5 (33% de réussite) Beaucoup de candidats donnent sans justification des formules issues du cours. Ce n'est pas ce qui était demandé. Cette question pouvait être traitée rapidement en voyant que r_{min} et r_{max} sont solutions d'un polynôme de degré 2, puis en utilisant les relations coefficients-racines.

Question 6 (65% de réussite) De nombreux candidats placent le soleil au centre de la trajectoire elliptique de la comète, ce qui montre la méconnaissance des lois de Kepler.

Question 7 (33% de réussite) Le calcul est souvent commencé. Pour le finir, il fallait utiliser la relation $p = a(1 - e^2)$, qui se reconstruit facilement si on connaît l'équation polaire de l'ellipse.

Question 8 (30% de réussite) Le changement de variable pose problème pour les bornes de l'intégrale. Peu de candidats voient que r_{min} correspond à $\xi = 0$.

Question 9 (5% de réussite) Cette question nécessitait d'avoir traité la précédente. Ceux qui l'ont traitée ont souvent bien trouvé que la comète a une période de révolution de 69 ans, mais n'ont pas trouvé le deuxième résultat demandé, qui était plus long à obtenir.

Question 10 (70% de réussite) L'expression des candidats était parfois peu claire, amenant certains à dire le contraire de ce qu'ils voulaient dire au départ.

Question 11 (33% de réussite) La question n'était pas clairement formulée car les candidats n'étaient pas informés de la position exacte du soleil. Les justifications étaient souvent fumeuses. Quelques trop rares candidats parlent de vent solaire relatif (vent dans le référentiel en translation lié à la comète).

Question 12 (60% de réussite) Cette question était correctement commencée mais les erreurs de signe étaient trop fréquentes.

Question 13 (50% de réussite) Suite de la précédente, cette question a donné lieu à beaucoup d'arnaques sur les signes.

Question 14 (15% de réussite) Une densité volumique spectrale d'énergie est en joules par unité de volume et par unité de fréquence ($\text{J.m}^{-3}.\text{Hz}^{-1}$). Cette notion, abordée dans le cours sur le rayonnement, ne devrait pas poser de problème. Pourtant, beaucoup oublient les Hz^{-1} , qui sont en fait des secondes, ce qui explique les erreurs sur les autres unités. Les interprétations des coefficients d'Einstein ont été très rarement données. Même si ces coefficients ne sont pas au programme, leur présentation suggère une forte analogie avec le formalisme de la cinétique chimique. Seuls quelques candidats l'ont remarqué.

Questions 15, 16 et 17 (50 à 60% de réussite) Questions correctement traitées lorsqu'elles étaient abordées.

Question 18 (25% de réussite) Cette question très mathématique ne présentait aucun intérêt. La constante de Stefan a parfois été rebaptisée de façon hasardeuse.

Question 19 (20% de réussite) Beaucoup de candidats disent que la surface émettrice est $4\pi R^2$ alors que seule une demi-sphère est éclairée. Cela conduit à une erreur de préfacteur et à une température finale fausse. Un bon nombre de candidats parle d'angle solide (hors-programme). Le jury a accepté cela mais cette notion ne simplifie en rien l'étude. La rédaction sur cette question est très mauvaise : la grande majorité des candidats n'explique rien et ne fait pas de schéma.

Question 20 (6% de réussite) Idem. L'absence de schéma est encore plus pénalisante car la situation est plus compliquée qu'à la question précédente.

Question 21 (15% de réussite) L'effet de serre est souvent cité. Certains disent qu'il faut prendre en compte l'effet de serre ainsi que la présence de l'atmosphère. Sans précisions supplémentaires, cela peut paraître redondant. On se demande alors si les candidats savent ce qu'est l'effet de serre.

Question 22 (8% de réussite) La loi de Fourier est correctement donnée. L'équation différentielle n'a jamais été établie correctement.

Question 23 (6% de réussite) Très peu de candidats savent donner d'emblée le volume élémentaire $4\pi^2 dr$. Ils se contentent de $\frac{4}{3}\pi(r+r)^3 - \frac{4}{3}\pi r^3$, sans forcément le simplifier jusqu'à ne garder que le premier ordre.

Question 24 (5% de réussite) Dans la phrase l'univers est instable et s'effondrera, le verbe effondrer suggère que l'instabilité évoquée est mécanique. Il fallait donc chercher la réponse du côté des interactions mécaniques mises en jeu. Au lieu de cela, l'essentiel des candidats évoque le fait que l'univers va s'épuiser en rayonnant, donc s'effondrer (!) Ce genre de réponse montre jusqu'à quel point la mauvaise foi des candidats peut aller. Beaucoup sont prêts à affirmer n'importe quoi en l'enveloppant dans de grandes phrases pour essayer de le faire croire aux autres.

Question 25 (10% de réussite) La loi de Wien a souvent été bien nommée mais le calcul, fait en général en cours, a été rarement effectué.

Question 26 (3% de réussite) Il fallait avoir répondu à la question précédente (ou bien connaître par cœur la constante dans la loi de Wien) pour bien répondre.

Questions 27 et 28 ($< 0,2\%$ de réussite) Très rarement traitées.

Question 29 ($< 2\%$ de réussite) Rarement traitée.

III. CONCLUSION

Rappelons aux futurs candidats que le programme du concours est celui des deux années de classes préparatoires. La piètre performance de beaucoup de candidats sur l'étude du mouvement de la comète montre que les révisions du programme de première année ne sont pas toujours sérieuses. Signalons également que travailler le cours sur les mouvements à force centrale ne consiste pas à entrer un long formulaire dans la mémoire de sa calculatrice. La seule chose à connaître est l'énoncé des lois de Kepler et l'équation d'une conique en coordonnées polaires. Tout se retrouve à partir de là.

Heureusement, le jury a eu le plaisir de lire de très bonnes copies, montrant que certains candidats connaissent le cours et maîtrisent bien leur sujet. Pour les futurs candidats au concours, le jury aimerait rappeler les conseils suivants :

- Expliquer les calculs par une phrase claire, ou alors, en commentant chaque terme de la formule de départ (cf. question 19).
- Faire des grands schémas. Cela clarifie les idées du candidat et évite les erreurs (cf. questions 19 et 20).
- Vérifier l'homogénéité des résultats (formules littérales).
- Vérifier qu'un vecteur est égal à un autre vecteur et non à un scalaire.
- Encadrer le résultat final.