

## Vivre dans l'espace

### 1- Remarques générales

Le sujet traitait de différentes parties du programme de physique et de chimie autour du thème de la vie dans l'espace. Il incluait aussi une partie exploitant les capacités numériques du programme de physique.

Il évaluait dans une large mesure les connaissances du cours et les méthodes de base. Certaines parties étaient davantage calculatoires et techniques, d'autres au contraire demandaient d'analyser des courbes ou étaient suffisamment ouvertes pour laisser exprimer des raisonnements moins dirigés.

Cette diversité de compétences à mettre en œuvre a permis aux candidates et candidats de montrer le meilleur d'eux-mêmes. Toutes les questions ont été résolues au moins une fois.

Nous rappelons qu'un résultat numérique doit être accompagné d'une unité sans laquelle il n'est pas pris en compte.

Quant aux réponses aux questions d'analyse, elles doivent être correctement argumentées et non se limiter à de la paraphrase.

### 2- Rapport détaillé

#### Partie I - Se libérer de l'attraction terrestre

##### I. 1 - L'attraction gravitationnelle terrestre

###### Q1.

*Définition d'un référentiel galiléen : cours*

De toute évidence la notion de référentiel galiléen n'est pas acquise. Peu de candidats proposent une définition acceptable et suffisamment rigoureuse.

*Condition(s) pour considérer le référentiel terrestre comme galiléen : cours*

En revanche, ce point a été mieux traité, le critère temporel étant souvent cité.

###### Q2.

*Expression de la force gravitationnelle terrestre : cours*

L'expression de la force est bien connue.

*Energie potentielle gravitationnelle* : cours

De très nombreuses erreurs d'intégration pour obtenir l'expression de l'énergie potentielle sont constatées. La plus courante est l'erreur de signe sur le résultat final. La prise en compte de la constante d'intégration est souvent malheureusement bâclée, ce qui réduit le score obtenu.

*Dépendance en  $r$*  : cours

Justification de qualité variable, mais comprise.

**Q3.**

*Signification physique d'un mouvement qualifié de "lié"* : cours

La notion de mouvement "lié" n'est pas comprise.

*Valeur maximale de l'énergie mécanique  $E_m$*  : cours

De ce fait, l'argument énergétique est rarement cité. Au mieux a-t-on une allusion à un "puits de potentiel", parfois assorti d'un vague schéma, sans davantage de détails.

**Q4.**

*Vitesse  $v_{lib}$*  : cours

Cette question est bien traitée dès lors que la limite énergétique est comprise et bien exploitée.

## **I. 2 - Tir d'un boulet de canon**

**Q5.**

*Analyse dimensionnelle* : méthode

L'analyse dimensionnelle pose encore des problèmes à de nombreux candidats qui abandonnent sans aboutir. Néanmoins elle a souvent été bien traitée.

**Q6.**

*Hauteur maximale  $h_{max}$  puis retombée* : méthode

Le jury regrette que les candidats se contentent de paraphraser l'allure des courbes sans les justifier par des arguments énergétiques. Heureusement, certaines copies ont présenté une argumentation rigoureuse convaincante.

### Q7.

*Equations différentielles des 2 phases du mouvement* : méthode

Les candidats sont toujours aussi réfractaires aux schémas ; schémas qui auraient pu leur éviter, pour cette question, bien des erreurs de signes.

L'équation de la phase ascendante est généralement correctement établie, mais celle de la phase descendante souffre d'un manque de rigueur dans la projection sur  $\vec{u}_z$ , induisant des erreurs de signes pourtant facilement évitables avec un minimum d'attention.

Notons que des candidats n'ont pas fait le rapprochement entre  $\dot{z}$  et  $v$ , aboutissant à des équations différentielles du premier ordre en  $\dot{z}$  pour lesquelles  $v$  était en argument.

### Q8.

*Vitesse limite asymptotique  $v_{\text{lim}}$*  : analyse de documents

L'asymptote lors de la phase descendante a été bien identifiée et la notion de vitesse limite comprise. Néanmoins, la justification à partir des équations différentielles sur  $v_+$  et  $v_-$  a été moins utilisée.

### Q9.

*Vitesse  $v_{\text{lim}}$  en fonction des données du problème* : analyse d'équation différentielle

Réponse exacte très fréquemment donnée, même lorsque la dimension de  $\ell_f$  était erronée. Dommage que ce type d'incohérence ne fasse pas davantage réagir les candidats.

### Q10.

*Régime transitoire et régime permanent* : analyse

Les candidats ont bien réussi à mobiliser leurs connaissances acquises dans d'autres domaines, en particulier en électricité, pour traiter cette question.

Rappelons encore aux candidats qu'un schéma, pour illustrer ici la notion de constante de temps, est plus efficace que du verbiage.

*Nature du mouvement lors du régime permanent descendant* : réflexion

La nature rectiligne uniforme du régime permanent a été bien comprise et ici encore bien identifiée sur les courbes.

### Q11.

Le jury a été satisfait de lire de nombreuses analyses pertinentes des courbes, identifiant correctement les différents régimes et phases sur les 3 diagrammes, preuve que les candidats savent prendre du recul par rapport à leurs connaissances.

## Q12.

Cette question a été extrêmement décevante de la part de candidats de la filière MPI.

Peu de candidats ont eu recours au formulaire fourni, se lançant dans des calculs aussi faux qu'incohérents !

Les quelques courageux à pousser le calcul jusqu'au bout, sans omettre les constantes d'intégration, ont été largement récompensés.

## Q13.

*Recoupement des résultats* : réflexion

Difficile de répondre à cette question sans les expressions mathématiques des solutions de la question précédente, aussi seul un très petit nombre de candidats a pu fournir quelques interprétations de qualité.

## Q14.

*Valeurs graphiques  $v_{lim}$ ,  $\tau$  et  $\ell_f$*  : lecture de documents

Question d'analyse de documents globalement réussie, au moins pour la lecture de  $v_{lim}$ , moins pour l'estimation de  $\tau$ , et encore moins pour celle de  $\ell_f$ .

## Q15.

*Hypothèse de l'uniformité de l'accélération de la pesanteur et de la forme quadratique de la force de frottement* : réflexion

La variation de  $g$  a été bien abordée, parfois avec une justification quantitative pertinente.

Les commentaires sur la forme de la force de frottement ont été moins convaincants, sauf dans un petit nombre de copies.

## Partie II - Étude d'une station spatiale

### II. 1 - Référentiel en orbite terrestre

## Q16.

*Forces (nom et expression)* : cours

Si la force gravitationnelle et la force d'inertie d'entraînement sont souvent citées, on ajoute aussi la force d'inertie complémentaire, qui n'a pas lieu d'être dans un *référentiel en translation* et, encore plus surprenant, le poids en plus de  $\vec{F}_g$  !

### Q17.

*Définition* : cours

La notion "d'impesanteur" n'est absolument pas comprise !

La majorité des candidats l'assimilent à l'absence totale de pesanteur ! La compensation des forces en présence, ou le phénomène de "chute libre", sont rarement cités.

## II. 2 - La station orbitale

### Q18.

*Sensation de pesanteur artificielle* : question ouverte

Les confusions entre les 2 forces d'inertie et les erreurs d'expressions associées n'ont pas aidé les candidats abordant cette question.

Plusieurs ont néanmoins bien compris l'origine de  $\vec{g}_a$ . Ici encore, les candidats auraient vraiment eu tout intérêt à faire des SCHÉMAS mentionnant les différentes forces en présence.

Notons de nombreuses confusions entre la notion de "force" et celle "d'accélération". Confusions également pour l'utilisation de vecteurs et de leurs projections scalaires.

### Q19.

*Orientation de  $\vec{g}_a$*  : réflexion

Beaucoup de schémas corrects, davantage motivés par l'intuition, mais très peu justifiés par une analyse rigoureuse des forces en présence.

Le choix de la version A ou B pour le design de la station a donné lieu à des remarques parfois intéressantes.

### Q20.

*Relation* : réflexion

Les candidats ayant traité suffisamment rigoureusement les questions précédentes, sans confusion pour les forces d'inertie, n'ont pas eu de mal à obtenir la valeur numérique de  $\Omega$ .

## II. 3 - Activités dans la station orbitale

### Q21.

*Raison pour laquelle la pesanteur artificielle n'est pas utilisée* : culture

Cette question faisait appel à un peu de culture, et les réponses intelligemment rédigées ont été prises en compte.

## Partie III - Peser la Terre

### III. 1 - Principe

#### Q22.

*" Peser un astre " : cours*

La différence entre les notions de "poids" et de "masse" est bien comprise. Beaucoup de remarques pertinentes sur cette réponse.

#### Q23.

*Schéma clair de l'ellipse trajectoire : cours*

Question très sélective.

Soit elle fut très bien réussie, l'ellipse trajectoire et ses caractéristiques étant bien connues...  
Soit pas du tout !

Dans de nombreuses copies la Terre est placée au centre de l'ellipse, et non en un foyer, la distance au périhélie confondue avec le demi-petit axe et celle à l'apogée au demi-grand axe.

#### Q24.

*Expressions de  $Y$ ,  $X$  et  $M_T$  : réflexion*

Cette question n'a posé aucun problème aux candidats prenant la peine de lire l'énoncé et comprenant ce que signifie une "relation linéaire".

Trop de réponses ont été données à la va-vite, sans cohérence avec l'attendu.

### III. 2 - Étude de données orbitales

#### Q25.

*Fonction d'un morceau de code : cours*

Question sans difficulté, toujours bien réussie.

#### Q26.

*Instructions pour extraire la liste  $T_{sat}$  : méthode*

De même, cette question calquée sur l'instruction précédente, n'a posée aucun problème. Il fallait juste bien compter les indices.

**Q27.**

*Fonction **demiGrandAxe**(DATA) : méthode*

Question globalement réussie pour les candidats connaissant les caractéristiques de l'ellipse et ayant compris le contenu des données DATA.

Notons une étourderie fréquente : les données donnent l'altitude. Il ne fallait donc pas oublier d'ajouter  $R_T$ .

**Q28.**

*Fonction **XY** : méthode*

Question sans difficulté si X et Y ont été comprises.

De nombreux candidats n'ont pas compris qu'on exploitait les données T\_sat et a\_sat pour obtenir  $M_T$ , et non qu'on utilisait  $M_T$  pour calculer X et Y via la loi de Képler.

Le retour d'un tuple de tableaux np.array n'a pas posé de problème.

**Q29.**

*Tableau [alpha, beta] des paramètres de la régression linéaire : méthode*

Question sans difficulté aux candidats ayant pris la peine de lire l'énoncé et les annexes afin d'utiliser les fonctions python proposées.

La valeur de beta n'a pas posé de problème.

**Q30.**

*Expliciter les termes : méthode*

Question bien menée à la suite des précédentes lorsque le candidat s'était approprié la démarche.

**Q31.**

*Précaution(s) oubliée(s) par l'élève : pratique*

Question très fréquemment traitée avec pertinence. Visiblement les candidats savent ce qu'on attend d'eux pour ce genre d'exercice !

**Q32.**

*Apparition de 4 points seulement : réflexion*

Cette question a aussi été souvent traitée et avec succès !

### III. 3 - Précision du résultat

#### Q33.

*Valeur de  $N_{lim}$  : réflexion*

L'ordre de grandeur proposé est correct.

#### Q34.

*Identification des termes : réflexion*

Peu de candidats ont fait l'effort d'entrer dans la logique du code et ont donc correctement identifié les différentes étapes.

Quelques copies offrent néanmoins une analyse correcte des différentes instructions.

#### Q35.

*Instructions pour obtenir la masse  $M_T$ ,  $u_M$ ,  $\beta_{sim}$ ,  $u_{\beta}$  : méthode*

Pas de problème particulier si l'énoncé a été correctement exploité.

#### Q36.

*Analyse de la simulation numérique : méthode*

Les candidats s'aventurant sur cette question ont fait preuve d'arguments pertinents, preuve d'une pratique bien comprise du traitement numérique des résultats de mesures.

## Partie IV - Stocker l'énergie électrique

### IV. 1 - Etude cristallographique du nickel

#### Q37.

*Ondes cohérentes et  $\omega_1 = \omega_2 = \omega$  : cours*

La notion de cohérence temporelle et les conditions pour l'obtenir sont bien comprises.

#### Q38.

*Différence de marche  $\delta$  + schéma : méthode*

De nombreuses confusions dans le repérage de  $\delta$  sur le schéma.

Nous nous étonnons aussi des confusions fréquentes entre les fonctions sinus et cosinus, surprenantes à ce niveau !

**Q39.**

*Expression de l'intensité lumineuse  $I(\theta)$  : méthode*

Quelques bons établissements dans les copies à la rédaction soignées.

La plupart des candidats s'est toutefois contentée de citer directement la formule de Fresnel sans l'établir.

**Q40.**

*Intensité maximale et valeur du paramètre de maille : méthode*

Bien traitée si les résultats précédents ont été établis.

**Q41.**

*Montage d'optique : cours*

Question souvent bâclée présentant des montages hors sujet.

La position de l'écran relativement à la lentille est souvent omise.

**Q42.**

Le terme "goniomètre" est souvent mal orthographié, parfois confondu avec "galvanomètre". Beaucoup citent aussi le michelson sans qu'on sache pourquoi.

**Q43.**

*Paramètre de maille  $a$  : méthode*

Question bien traitée également à la suite des précédentes.

Les ordres de grandeurs obtenus sont corrects.

**IV. 2 - Accumulateur cadmium-nickel****Q44.**

*Demi-équations électroniques : cours*

Question bien réussie.

**Q45.**

*Échelle des potentiels standards  $E^\circ$  de chaque couple : méthode*

Pas de problème pour positionner les couples.

*Équation de la réaction d'oxydo-réduction* : cours

Davantage de confusions, les réactifs étant mal identifiés.

**Q46.**

*Pôle positif et pôle négatif* : cours

Pas de problème particulier.

*Potentiels d'électrode  $E_1$  et  $E_2$*  : méthode

Question très souvent bâclée et mal rédigée.

L'écriture de la formule de Nernst est fantaisiste.

Peu de candidats obtiennent la bonne valeur pour la tension U.

**Q47.**

*Sens de l'intensité  $i$  du courant électrique* : cours

L'absence de schéma et d'explications simples mais claires rend l'évaluation souvent impossible.

**Q48.**

*Potentiels d'électrode quand la pile cesse de débiter* : cours

En général bien traitée.

*Composition de chaque bêcher* : méthode

Les différentes étapes du raisonnement n'ont pas été correctement identifiées. Une seule copie présente le raisonnement complet et donne le bon résultat.

**Q49.**

*Durée de fonctionnement de la pile* : méthode

Question peu abordée, compte-tenu des échecs aux questions précédentes.

**Q50.**

*Définir un milieu basique* : cours

Malgré la simplicité de la question, nous avons constaté, compte-tenu de réponses fort surprenantes, que la notion d'acido-basicité n'était pas forcément acquise.

**Q51.**

*Déterminer les nombres d'oxydation des éléments Ni et Cd dans les espèces : cours*

Globalement bien fait.

*Equation de la réaction : méthode*

Réussite variable en fonction du soin et de l'application consacrée.

**3-Conclusion**

Le jury s'étonne que les candidates et les candidats soient si mal à l'aise avec les calculs, même les plus élémentaires, comme celui de la primitive de  $1/r$ . Ils doivent aussi s'habituer à ancrer davantage leur réflexion en s'aidant de schémas clairs et en expliquant la démarche suivie.

La partie portant sur les capacités numériques a été plus ou moins réussie, en partie à cause d'une mauvaise compréhension du sens physique des données numériques à traiter.

Le programme de chimie semble globalement assimilé même si la formule de Nernst est souvent très mal appliquée.

De façon générale, les candidats ont su montrer leurs acquis et adapter leurs connaissances pour résoudre des questions moins conventionnelles, ce qui est encourageant.