

Rapport de l'épreuve écrite de Physique-Chimie

E3A polytech MP 2023

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 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 observons une nette amélioration de la présentation. Les ratures, compréhensibles dans une épreuve en temps limité, sont tolérées mais les résultats doivent être exempts de toute ambiguïté. Il est inconcevable d'encadrer une expression raturée voire illisible.

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

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

L'honnêteté scientifique est la première des qualités exigées et le candidat doit en faire la preuve tout au long de l'épreuve. Il est préférable d'indiquer un résultat qui semble erroné ou une conclusion en désaccord avec un résultat à établir, plutôt que de gribouiller quelque chose d'illisible.

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 constatées pour obtenir l'expression de l'énergie potentielle. 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, en particulier lors des projections.

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 plusieurs 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_{\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_{\lim} en fonction des données du problème : analyse

Réponse exacte très fréquemment donnée, même lorsque la dimension de ℓ_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, bien justifiée 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.

Expression de $v_+(t)$ et $v_-(t)$: intégration d'équations différentielles

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

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.

Recouplement 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} , τ et ℓ_f : lecture de documents

Question d'analyse de documents globalement réussie, au moins pour la lecture de v_{lim} , moins pour l'estimation de τ , l'intervalle temporel la définissant étant mal identifié, et encore moins pour celle de ℓ_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 frottements et sa validité tout au long du mouvement, ont été moins convaincants, sauf dans un petit nombre de copies.

Q16.

Force(s) à ajouter : cours

Les candidats confondent les forces d'inertie d'entraînement et complémentaire (ou de Coriolis). Les expressions sont hélas erronées et ne permettent pas d'évaluation quantitative permettant de conclure.

Plusieurs copies ont cité le phénomène de "déviation vers l'est", mais seules quelques-unes se sont risquées à estimer s'il était détectable dans le cas présent.

Partie II - Étude d'une station spatiale

II. 1 - Référentiel en orbite terrestre

Q17.

Forces (nom et expression) : cours

Si la force gravitationnelle et la force d'inertie d'entrainement 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 !

Q18.

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

Q19.

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 en les projetant correctement dans les repères donnés.

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.

Q20.

Orientation de \vec{g}_a : réflexion

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

Q21.

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 Ω .

II. 3 - Activités dans la station orbitale

Q22.

Force supplémentaire : cours

Persistance de la confusion entre les forces \vec{F}_{ie} et \vec{F}_{ic} et les erreurs sur leurs expressions.

Sens de déplacement des objets massifs et conséquences : réflexion

On retrouve la nécessité de SCHÉMAS explicatifs CLAIRS qui auraient grandement aidé les candidats pour cette question !

La vitesse pour atteindre l'impesanteur a été obtenue par compensation des 2 forces d'inertie, l'ordre de grandeur étant correct. Aucun candidat n'a pourtant pensé à prendre en compte l'accélération radiale de l'objet en déplacement dans le couloir. Ces raisonnements, uniquement dans les copies rédigées avec soin, ont toutefois été fortement valorisés.

Q23.

Technique de jonglage : résolution de problème

Cette question a été différemment abordée selon le temps, et surtout le soin dans l'exposé des idées, que le candidat souhaitait lui accorder.

Nous avons lu des propositions originales, et un ou deux raisonnements bien menés appuyés clairement par des schémas.

Q24.

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 - Stocker l'énergie électrique

III. 1 - L'élément nickel

Q25.

Propriétés des métaux : cours

La conductivité électrique est la propriété la plus citée. Rares sont les mentions aux propriétés métallurgiques et encore moins les relations entre ces propriétés macroscopiques et celle de la liaison métallique.

Place dans la CP : cours

Étonnamment cette question a été très peu réussie ! De nombreux candidats proposant même de placer les métaux dans la colonne des "gaz rares" !

III. 2 - Étude cristallographique

Q26.

Etude de la structure : cours

Le schéma n'a pas posé de problème, ni même le nombre d'atomes par maille.

La coordinence, rarement définie, reste toutefois une notion mal comprise.

Q27.

Condition de tangence et relation : cours

Question globalement bien traitée. Ici encore un schéma est toujours utile.

Q28.

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

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

Q29.

Différence de marche δ + schéma : méthode

De nombreuses confusions dans le repérage de δ sur le schéma.

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

Q30.

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

Quelques bons calculs, clairs, 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.

Q31.

Intensité maximale et valeur du paramètre de maille : méthode

Bien traitée si les résultats précédents ont été établis.

Q32.

Montage d'optique : cours

Question souvent bâclée présentant des montages hors sujet.

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

Q33.

Mesure des angles : TP

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

Q34.

Energie E_X : cours

Question bien traitée quand abordée, avec valeur numérique correcte.

Q35.

Paramètre de maille a : méthode

Question bien traitée également dans la suite des précédentes.

Les ordres de grandeur obtenus sont corrects et souvent commentés.

Q36.

Rayon atomique R_{Ni} : AN

Conséquence du calcul amont qui n'a pas posé de problème.

Compacité du nickel : calculs

Bien traitée aussi lorsque la définition, puis l'expression de la compacité, sont bien posées.

Q37.

Valeur du paramètre de maille a : méthode

De nombreuses copies ont traité avec succès cette série de questions.

Nous encourageons fortement les candidats à commenter leurs résultats pour conclure.

III. 3 - Accumulateur cadmium-nickel

III. 3 - 1 Généralités

Q38.

Nombres d'oxydation : méthode

Question traitée sans problème.

Q39.

Diagramme E-pH du cadmium : méthode

On se contente souvent d'une vague allure qui ne peut être suffisante.

Peu de candidats ont fait l'effort de calculer le $\text{pH}_{\text{limite}}$ ou le potentiel frontière entre les espèces Cd et Cd^{2+} .

III. 3 - 2 Étude de la décharge

Q40.

Identification de l'anode et de la cathode lors de la décharge : cours

La question est souvent abordée mais la nature des réactions chimiques se produisant aux électrodes d'une pile n'est pas toujours bien comprise ni justifiée.

Demi-équations électroniques à chaque électrode en milieu fortement basique : méthode

Trop de réponses bâclées, donc inexploitables pour la suite.

Equation de la réaction lorsque l'accumulateur débite : méthode

Souvent obtenue à la suite de réponses précédentes appliquées.

Q41.

Étude des potentiels redox et fonctionnement : méthode

Ici encore le manque d'application dans le déroulé de la réflexion a été rédhibitoire !

Très peu de copies fournissent une valeur juste de E_{NiCd} .

Q42.

Grandeurs standard de réaction : cours +AN

La réussite de ces questions nécessitait une équation de réaction correcte et la connaissance du cours de thermochimie dont la connaissance semble très approximative.

Peu de candidats ont obtenu les bonnes valeurs.

Q43.

Variation de la tension E_{NiCd} avec la température : calcul

Seuls les candidats ayant résolu les questions précédentes sont parvenus jusque là.

Q44.

Propriétés : analyse

Peu de candidats ont pris le temps d'une petite analyse de l'expression en prenant en compte le signe et l'ordre de grandeur des coefficients.

III. 3 - 3 Étude de la recharge

Q45.

Branchement d'un générateur externe : réflexion

Question présentant autant de réponses justes que fausses. Beaucoup d'erreurs causées par un manque de réflexion. Le signe des bornes est souvent affirmé (au hasard ?), sans cohérence.

Q46.

Équation de la réaction de charge : méthode

Lorsqu'elle a été abordée, la question a été bien traitée à la suite des précédentes.

Q47.

Tension minimale U_{\min} : cours

Cette aspect de l'électrochimie n'est pas bien compris. L'équilibre des potentiels est rarement cité.

Q48.

Phénomènes causant une augmentation significative de cette valeur : cours

Les candidats ont su proposer des raisons pertinentes issues de leur cours, indépendamment de la résolution des questions précédentes.

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.

Les candidats ont malgré tout su montrer leurs acquis et adapter leurs connaissances pour résoudre des questions moins conventionnelles, ce qui est encourageant.