

Rapport du jury Épreuve E3a
Physique et Modélisation 2019

Gravir le mur de Huy

Durée de la composition : 4 heures

Le sujet proposé cette année abordait de manière très simplifiée l'étude d'une technique d'assistance électrique utilisée par les cyclistes amateurs. Il s'agissait en particulier de se poser la question de l'alimentation de moteurs électriques par une matrice de supercondensateurs dans le but de gravir le mur de Huy.

La première partie était consacrée à l'étude des supercondensateurs. Une deuxième partie s'intéressait à l'ascension du mur de Huy. Il était question dans un premier temps de l'estimation du moment d'inertie d'une roue du vélo puis de la modélisation des actions mécaniques exercées par l'air sur le cycliste. L'approche proposée était essentiellement énergétique.

Le sujet se terminait par la résolution d'un problème ouvert portant sur le dimensionnement de la matrice de supercondensateurs permettant l'ascension du mur de Huy.

Remarques générales

Malgré le nombre élevé de questions posées (*61 questions*), la plupart d'entre elles étaient des questions très proches du cours de première année et de seconde année devant permettre aux étudiants de progresser significativement dans la résolution du problème proposé. Malheureusement, trop peu de copies sont satisfaisantes. La plupart révèle un manque de recul évident, une maîtrise trop partielle du cours, de graves lacunes dans la conduite du calcul littéral et un manque de rigueur patent.

De nombreux candidats se contentent d'une lecture partielle du sujet et ne saisissent donc pas la philosophie de ce dernier.

Il est enfin légitime de s'interroger sur le sérieux de la préparation et le manque de culture générale de quelques étudiants énonçant le principe de « Curry » !

Rapport détaillé

1 Des supercondensateurs pour alimenter un moteur électrique

1.1 Condensateur plan à symétrie de révolution

Cette partie a été dans l'ensemble assez décevante. L'étude des invariances et des symétries des sources du champ électrique est trop souvent menée de manière peu rigoureuse.

A1. Très peu de réponses satisfaisantes. L'affirmation « Une différence de potentiel électrique doit exister pour provoquer la circulation du courant électrique à l'intérieur du diélectrique d'un condensateur » est fautive et témoigne d'une compréhension erronée du fonctionnement d'un condensateur idéal.

A3 à A9. Il s'agissait de questions de cours ! Elles ont été bien traitées par les étudiants maîtrisant le cours. Parmi les erreurs rencontrées :

- les étudiants confondent plans de symétrie et d'anti-symétrie ;
- La surface de Gauss proposée n'est pas une surface fermée ;
- Certains étudiants confondent la surface d'une sphère et celle d'un disque !

Peu de réponses sont correctes ; les justifications proposées sont souvent fausses.

A10 à A12. Des problèmes de chiffres significatifs souvent rencontrés dans les applications numériques

1.2 Mesure de la capacité d'un condensateur

B1 à B4. Ces questions classiques du cours de première année n'ont dans l'ensemble pas posé de problèmes particuliers.

B5 à B8. Beaucoup d'étudiants n'ont pas compris que P_1P_2 était une distance.

Écrire `def fonction(L1, L2, alpha)` : seulement n'apporte aucun point.

B9. « Interpréter les lignes de code » ne signifie pas de commenter systématiquement toutes les lignes. Il s'agit de commenter les instructions principales et de préciser l'objectif du programme.

1.3 Matrice de supercondensateurs

C1. Question convenablement traitée en général.

C2 et C3. On rappelle que le potentiel scalaire \mathcal{V} n'est pas un vecteur !

Des erreurs graves du type « diviser par un vecteur » ou $f(a + b) = f(a) + f(b)$ ont été rencontrées. Toutes les applications ne sont pas linéaires !

C4 et C5. Peu d'initiatives de la part des étudiants. Questions très peu abordées.

C6 à C8. Ces questions n'ont posé aucune difficulté à de nombreux candidats. D'autres affirment par exemple $C = \frac{1}{jC_0\omega}$. Il s'agit tout de même de se poser la question de l'homogénéité des formules proposées !

2 De la mécanique appliquée à un cycliste ...

Globalement, le niveau des étudiants en mécanique est très faible.

2.1 Quelques considérations énergétiques

Cette partie a été convenablement traitée lorsqu'elle a été abordée.

2.2 Mesure expérimentale du moment d'inertie d'une roue de vélo par rapport à son axe de rotation

De grosses lacunes : notamment, la formule de l'énergie cinétique de rotation d'un solide par rapport à un axe fixe n'est pas connue.

Le référentiel d'étude, le système étudié ainsi que le bilan des actions mécaniques ne sont que très rarement précisés.

Trouver la pulsation puis la période d'un oscillateur harmonique pose problème.

La résolution d'une équation différentielle homogène du second ordre à coefficients constants avec un terme d'amortissement pose de nombreux problèmes.

2.3 Étude mécanique et énergétique du système { cycliste + vélo }

Cette partie a été très mal traitée et est révélatrice d'un manque de maîtrise de ces notions de la part des étudiants.

F1. Souvent, l'énergie cinétique de rotation des roues a été oubliée.

F5. Rarement correct. Il faut au préalable définir le système et réaliser un bilan des actions mécaniques !

F10 à F13. Convenablement traitées lorsque ces questions ont été abordées.

3 Conclusion

La résolution du problème ouvert n'a été que très rarement abordée.

En conclusion

Le jury tient à préciser qu'une bonne maîtrise des notions du cours est une condition préalable à toute réussite d'une épreuve de physique. La conduite des calculs littéraux doit être réalisée avec un minimum de rigueur mathématique. Les fautes d'homogénéité sont souvent rédhibitoires et peuvent être facilement détectées.

Il s'agit également d'acquérir des réflexes de base. Par exemple :

- Analyser des invariances et des symétries des sources du champ électromagnétique ;
- Préciser le référentiel d'étude, le système étudié et réaliser un bilan des actions mécaniques dans un problème de mécanique.