



## 1/ CONSIGNES GÉNÉRALES

Le sujet de l'épreuve de Physique comportait deux problèmes totalement indépendants qui portaient sur des thèmes différents. Chacun d'entre eux présentait plusieurs parties, le plus souvent indépendantes les unes des autres, était progressif et comportait plusieurs points d'entrée qui permettaient aux candidats de traiter certaines questions sans avoir traité les questions précédentes. Les notions abordées portaient de manière équitable sur les connaissances acquises pendant les deux années de préparation aux concours.

Le premier problème abordait le thème des suspensions d'un véhicule. Les quatre parties traitaient successivement de :

- l'oscillateur harmonique non amorti ;
- l'oscillateur harmonique amorti par frottement fluide ;
- l'étude des oscillations dans le cas d'un régime forcé et le phénomène de résonance ;
- l'amortissement électromagnétique des oscillations.

Le deuxième problème traitait d'applications de l'induction électromagnétique. Les deux parties traitaient successivement :

- des plaques à induction domestiques ;
- du freinage électromagnétique des véhicules.

L'ensemble du sujet était conçu pour pouvoir être réalisé et rédigé dans la durée impartie de quatre heures. L'épreuve avait une longueur raisonnable et adaptée puisque certains candidats, en proportion non négligeable, ont eu le temps d'aborder toutes les questions.

Le sujet a été compris par les candidats et toutes les questions ont été résolues.

L'ensemble des copies est, cette année encore, très hétérogène. Certaines copies de bonne qualité traduisent un travail sérieux et approfondi alors que d'autres copies, quasi vides pour quelques unes, traduisent un manque de travail et d'investissement de la part des candidats.

La majorité des candidats ont abordé le sujet en commençant par le premier problème.

Très nombreux sont les candidats qui ont abordé les deux problèmes.

Certains étudiants n'ont répondu qu'aux questions qualitatives, dites de contextualisation. Cela ne leur a pas permis d'obtenir une note satisfaisante.

Les correcteurs ont remarqué cette année une évolution positive au niveau de la qualité des copies, de la présentation et de la rédaction.

Il est néanmoins regrettable que certains candidats, par ailleurs parfois excellents, négligent leur copie et y apportent bien peu de soin (écriture illisible, résultats encadrés à main levée, ratures...).

Un graphique doit comporter les grandeurs représentées. Les axes ne doivent pas être tracés à main levée. Les courbes doivent être tracées avec un minimum de soin.

La rigueur n'est pas toujours de mise dans les notations :

- les vecteurs doivent comporter des flèches ;
- un vecteur ne peut être égal à un scalaire ;
- les symboles utilisés dans l'énoncé doivent être respectés et conservés ;
- les lettres grecques utilisées doivent être tracées correctement et sans ambiguïté.

Les correcteurs rappellent aux candidats qu'il est indispensable de faire preuve d'une certaine rigueur dans les notations utilisées. De plus, dans le cas où le candidat utilise des notations qui n'ont pas été définies dans le sujet, il est indispensable de les détailler.

Pour les unités courantes, il n'est pas satisfaisant de trouver l'indication S.I.

Il est rappelé qu'une question commençant par « montrer », « déterminer » ou « déduire » nécessite un développement et une justification.

Un minimum d'explications est le plus souvent exigé pour justifier les calculs faits.

Certaines réponses lapidaires ne permettent pas de détecter si elles sont le fruit du hasard ou d'une réflexion.

Les correcteurs insistent sur le fait qu'une simple analyse dimensionnelle ou un minimum d'analyse physique de l'influence des divers paramètres intervenant dans une formule permet souvent de détecter une erreur.

Il est rappelé que l'épreuve de physique porte sur les programmes des deux années des classes préparatoires et qu'il n'est pas judicieux de faire des impasses.

Il est demandé expressément aux candidats de respecter la numérotation des questions, de ne pas traiter plusieurs questions en une seule et de ne pas imbriquer sur leurs copies les réponses à des parties, voire des problèmes distincts.

Les correcteurs apprécient lorsque les candidats signalent que le résultat qu'ils ont obtenu n'est pas correct et qu'ils en ont pris conscience, ce qui démontre un sens critique.

Enfin, les correcteurs rappellent qu'il est recommandé à chaque candidat de parcourir l'ensemble du sujet dès le début de l'épreuve pour lui permettre de repérer les parties et les questions sur lesquelles il sera le plus efficace.

## 2/ REMARQUES PARTICULIERES

*Premier problème : modélisation d'une suspension de véhicule*

Première partie :

il est inutile de définir le système et le référentiel utilisés à chaque question.

Le sujet demandait les caractéristiques des forces appliquées au véhicule. Peu de candidats ont donné les caractéristiques précises, notamment le sens de la force de rappel du ressort. Les rares réponses apportées manquaient souvent de rigueur.

La force de rappel du ressort doit être donnée pour une abscisse quelconque et pas pour la position d'équilibre seulement.

Dans le cas où il n'y a pas d'amortissement, il n'est pas nécessaire de résoudre l'équation différentielle en utilisant le polynôme caractéristique.

Des erreurs de signe sur le terme d'amortissement ont conduit certains candidats à une équation différentielle qui ne peut pas avoir de solution sinusoïdale. Il faudrait savoir détecter ce type d'erreur.

Il a été constaté des erreurs, inattendues, sur les unités de la pulsation propre et de la période propre de l'oscillateur. Certains résultats numériques ont même été donnés sans unités.

#### Deuxième partie :

pour l'unité du coefficient d'amortissement, il ne suffisait pas de mentionner S.I. De plus, l'unité de masse n'est pas le gramme mais le kilogramme.

Pour les calculs de dimension, on ne doit pas écrire le rapport de deux vecteurs.

Des confusions sur les conditions pour obtenir les différents régimes de la suspension. Le sujet demandait d'utiliser les paramètres  $h$ ,  $k$  et  $m$ .

La discussion concernant le vieillissement de la suspension et la charge du véhicule devait être argumentée et être donnée avec un minimum d'explications.

L'allure des graphiques représentant l'évolution de la suspension dans le cas des régimes pseudopériodique et critique a trop souvent été mal traitée. L'extrémité de la suspension ne peut pas passer par des abscisses négatives. Il fallait de plus faire apparaître la partie pour laquelle la cote du véhicule était constante pour  $t < t_1$ .

#### Troisième partie :

lors de l'obtention de l'équation différentielle, certains candidats ont fait apparaître la dérivée seconde de  $z_s$  et s'en sont ensuite débarrassés de façon très malhonnête.

L'obtention du module de la réponse complexe a donné lieu, également, à trop de réponses dans lesquelles les candidats ont vainement tenté de « tromper » le correcteur. Certains arrivent à trouver la bonne expression du module de la réponse complexe à partir d'équations différentielles fausses !

Les interprétations des valeurs limites du module de la réponse complexe pour les haute et basse fréquences ont souvent été inversées. Quand le module de  $H$  tend vers 1, l'oscillateur « suit » l'excitateur.

Pour la représentation de la courbe de  $H$  en fonction de la pulsation, il fallait utiliser une échelle linéaire et pas une échelle logarithmique.

#### Quatrième partie :

le calcul du flux du champ magnétique a été correctement traité le plus souvent.

Les côtés verticaux du cadre ont rarement été évoqués dans le calcul de la résultante de la force de Laplace.

Il faut pouvoir vérifier que la force de Laplace s'oppose aux causes qui lui ont donné naissance, comme la loi de Lenz le prévoit.

Les avantages que présenterait un système d'amortissement électromagnétique ne doivent pas être extravagants.

Les ordres de grandeur dans la discussion relative à l'intensité des champs magnétiques sont souvent mal connus.

L'intensité d'un champ magnétique ne s'exprime pas en Ampère mais en Tesla. Certains candidats n'ont pas indiqué d'unité.

### *Deuxième problème : induction*

#### Première partie :

les premières questions ont été plutôt bien traitées.

Le flux du champ magnétique est souvent annoncé nul si  $r$  est supérieur à  $a...$

Pour le calcul du courant volumique induit, beaucoup de candidats ont utilisé la loi locale de Maxwell-Faraday et se sont embrouillés dans les calculs.

Le calcul de la puissance Joule moyenne n'a été que trop rarement bien mené.

Pour la détermination du coefficient, trop de démonstrations sont malhonnêtes. Il est inutile d'essayer de perdre le correcteur derrière un rideau de fumée. Cela dessert le candidat.

L'ordre de grandeur de la puissance Joule a donné des résultats parfois extravagants : une plaque à induction domestique ne peut pas avoir une puissance de plusieurs MW ni de quelques mW. De plus, toutes les données nécessaires à ce calcul étaient fournies par l'énoncé.

#### Deuxième partie :

beaucoup de candidats n'ont pas vu le titre de la partie et ont dit que la roue allait accélérer. De plus, cela va à l'encontre de la loi de Lenz !

Il n'y a pas de force électromotrice sur la circonférence car le champ électromoteur est orthogonal à la direction de la circonférence.

De nombreuses erreurs de signe ont été rencontrées dans l'expression de la loi des mailles et la loi d'Ohm.

Des erreurs de signe sur les intensités.

Pour le calcul de moment résultant des forces de Laplace, les copies qui ont abordé ce calcul l'ont généralement bien mené.

Le théorème du moment cinétique est parfois confondu avec le théorème de l'énergie cinétique.

Le calcul de la constante de temps du système n'a que rarement été mené à son terme de manière rigoureuse.

La discussion concernant les systèmes de freinage par courant de Foucault et par freins classiques a donné des explications parfois extravagantes :

- l'énergie est transformée en induction ;
- les frottements mécaniques provoquent une dissipation d'énergie par effet Joule ;
- on ne peut utiliser un freinage par courant de Foucault car il nécessite une source de courant électrique et un véhicule n'en a pas...

### 3/ CONSEILS :

Les correcteurs rappellent que cette épreuve correspond à un concours d'école d'ingénieurs et les candidats doivent montrer aux correcteurs qu'ils peuvent trouver une place dans ce type d'école.

La réussite aux concours est conditionnée par un travail qui porte sur l'ensemble des deux années de préparation.