
PHYSIQUE

Rapporteur Monsieur Michel MARTEL

Présentation du sujet :

Le sujet de l'épreuve de Physique comportait deux problèmes totalement indépendants permettant de vérifier les connaissances des candidats sur les deux années de préparation aux concours.

Les deux problèmes présentaient des questions de difficulté variable afin de permettre aux candidats de trouver matière à s'exprimer. De plus chacun des problèmes proposait plusieurs parties indépendantes.

Le premier problème consistait tout d'abord en l'étude de la charge d'un condensateur dans un circuit RC : charge sous une tension constante, aspect énergétique de la charge. Le circuit RC était ensuite étudié en régime sinusoïdal. Enfin, la dernière partie étudiait le caractère intégrateur d'un filtre comportant un condensateur et un amplificateur opérationnel parfait.

Le deuxième problème traitait d'oscillations mécaniques : étude d'un pendule simple, étude d'un pendule composé et enfin étude d'un aimant dans un champ magnétique.

L'ensemble du sujet était très classique et très proche du cours. Sa longueur a permis à certains candidats de traiter la quasi-totalité des questions. Le nombre de candidats dans ce cas est malheureusement très faible.

Remarques générales :

Il est rappelé aux candidats 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.

Le jury a eu la satisfaction de voir des copies de bonne qualité qui mettaient en évidence un travail assidu et sérieux. Certaines laissent au contraire apparaître une méconnaissance flagrante du cours de base. D'autres enfin traitent les questions classiques de manière satisfaisante mais ne peuvent pas surmonter les questions « moins classiques ».

Il est surprenant de voir les copies quasi blanches de certains candidats qui, après deux années passées en classes préparatoires, n'ont même pas abordé de manière positive les questions les plus basiques.

Une assez grande proportion de candidats a bien traité le premier problème et a à peine abordé les différentes parties du second problème.

Certains candidats perdent trop de temps à traiter de manière exagérément détaillée des questions très simples et de ce fait n'ont pas le temps de traiter l'ensemble du sujet.

Au contraire, d'autres candidats traitent les questions de manière lapidaire en donnant certaines fois directement le résultat alors que le sujet demande clairement un développement.

Il est nécessaire de trouver un compromis entre ces deux méthodes extrêmes en se demandant ce que le correcteur est en droit d'attendre comme niveau de développement. Il est nécessaire de montrer au jury que la thématique abordée est comprise et maîtrisée mais en gardant le souci de pouvoir aborder le maximum de questions.

Il est à déplorer que de trop nombreux candidats n'aient qu'une connaissance approximative du cours et des démonstrations associées. Ainsi, certaines questions à priori classiques et simples se transforment en véritables difficultés et parfois en obstacles insurmontables.

Le jury demande aux candidats de faire preuve d'une plus grande rigueur dans les notations utilisées. Une égalité comportant une grandeur vectorielle et une grandeur scalaire n'est pas acceptable.

Sur de nombreuses copies, les candidats présentent des résultats qui sont de toute évidence inhomogènes. Il est nécessaire de pouvoir porter un regard critique sur son résultat. Les candidats doivent signaler au correcteur que le résultat qu'ils ont obtenu n'est pas correct et qu'ils s'en sont rendus compte.

La clarté et la qualité de présentation des copies sont des éléments à ne pas négliger. Le fait d'aérer les copies, de soigner l'écriture, de mettre en évidence les résultats obtenus améliore la lisibilité de la copie et ne peut qu'apporter davantage de faveur de la part des correcteurs.

De trop nombreux candidats produisent des copies comportant de nombreuses fautes d'orthographe et des phrases simples dont la structure de base n'est pas maîtrisée. L'épreuve de physique n'est certes pas une épreuve de littérature mais il est demandé aux candidats d'apporter le plus grand soin possible dans les domaines de l'orthographe, de la syntaxe et de la correction de la langue.

Le jury demande aux candidats de respecter l'ordre des questions au sein d'une partie donnée et aussi d'un problème. La correction d'une copie n'est pas un jeu de piste.

Problème 1 :

Charge d'un condensateur à travers une résistance

1/ Au bout d'un temps infini le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert et pas comme une source de tension ni une source de tension parfaite ou comme un fil. Certains candidats sont allés jusqu'à dire qu'au bout d'un temps infini, le condensateur finit par exploser.

2/ La démonstration de la dimension de la constante de temps a conduit à des démonstrations très alambiquées.

Des aberrations : certains démontrent que la constante de temps s'exprime en s^{-1} .

3/ Il est impératif que l'allure de la courbe de la tension au cours de temps soit en accord avec l'équation mathématique déterminée et avec la physique du problème.

De plus, certains candidats, très faibles par ailleurs, ne savent pas ce qu'est une équation différentielle et vont jusqu'à confondre l'équation différentielle et sa solution.

3.3/ Certaines copies présentaient une courbe de charges et de décharges successives semblable à la réponse d'un circuit RC à un créneau.

Etude énergétique de la charge du condensateur

5/ Les calculs d'énergie ont donné lieu à des démonstrations rigoureuses et bien menées par certains candidats. Au contraire, d'autres ont confondu la notion d'énergie et de puissance, d'autres n'ont pas réussi à mener à bien les calculs d'intégrales.

Le jury a rencontré des copies dans lesquelles l'énergie dissipée par effet Joule est donnée par la relation $E_j = R.i(t)^2$ alors qu'ici l'intensité dépend du temps.

6/

6.1/ Calcul des énergies dans le cas d'une charge sous une tension moitié : il faut savoir réutiliser les résultats déjà démontrés pour gagner du temps.

6.4/ Au contraire de la question 6.1/, les résultats de la question précédente (5/) ne pouvaient pas être réutilisés de manière triviale.

Circuit en régime sinusoïdal

8/ Il ne suffit pas de dire que le condensateur se comporte comme un fil à haute fréquence et comme un interrupteur ouvert à basse fréquence. Il faut préciser que dans le premier cas la tension de sortie est nulle et dans le deuxième cas elle est égale à la tension d'entrée. Le filtre est donc passe bas.

9/

9.1/ De très nombreux candidats ont fait appel à la notation complexe. Mais une grande partie de ces candidats a confondu la fonction de transfert en complexe et le gain en amplitude.

9.2/ La justification de la pente de la courbe est souvent inexistante ou floue.

9.3/ Un diagramme doit comporter les grandeurs représentées sur chaque axe, les valeurs particulières, les asymptotes...

Que penser d'un diagramme qui traduit un comportement en contradiction évidente avec le comportement annoncé auparavant ? Il faut veiller à la cohérence de l'ensemble des réponses.

9.4/ Certains candidats ont simplement donné la réponse sans aucune démonstration.

Plusieurs candidats ont donné, après des calculs parfois longs un résultat inhomogène dans lequel une pulsation est égale à la racine carrée d'une pulsation !

Caractère intégrateur d'un filtre

11/ Sur de nombreuses copies, les candidats utilisent les notations complexes mais ne savent pas passer des complexes au domaine temporel.

13.2/ Rares sont les candidats qui ont signalé que la tension de sortie ne pourrait pas dépasser la tension de saturation de l'amplificateur opérationnel.

Problème 2 :

Oscillations d'un pendule simple

1/ Le jury a rencontré trop peu de schémas pour définir les forces avec précision (point d'application, direction et sens).

Il est nécessaire de respecter les consignes de l'énoncé et d'adopter la méthode demandée. En l'occurrence, ici le sujet imposait d'utiliser le théorème du moment cinétique. De plus, plusieurs candidats ont confondu le théorème du moment cinétique et le théorème de l'énergie cinétique.

Les positions d'équilibre et leur stabilité n'ont été traitées de manière satisfaisante que dans de très rares copies. Certains donnent une position de stabilité en $\pi/2$!

L'équation différentielle de l'oscillateur harmonique doit être connue et les candidats doivent pouvoir détecter une erreur de signe dans cette équation.

2/

2.4/ La question demandait de tracer la représentation graphique de l'angle au cours du temps. Il ne s'agissait pas seulement ici de donner l'allure de la courbe. Il faut que la courbe soit périodique, d'amplitude constante et que la période apparaisse sur l'axe du temps.

2.5/ L'équation différentielle prenant en compte la force de frottement a été trouvée et démontrée par bon nombre de candidats, mais très rares sont les candidats ayant réussi à mener à bien la démonstration de la solution de l'équation différentielle.

Certains donnent la solution de l'équation différentielle en sinusé non amortie et dessinent une courbe amortie : il faut veiller à la cohérence des résultats, en particulier au sein d'une même question.

3/ Les énergies potentielles et cinétiques ont une période moitié de celle de l'angle du pendule. Le résultat, très classique, est ignoré dans la plupart des cas.

3.3/ La justification du fait que l'énergie mécanique est constante n'est que rarement satisfaisante : il faut notamment préciser ce qu'il se passe pour la tension.

Rotation d'un pendule composé autour d'un axe fixe

5.1/ Il faut dans cette question mentionner la réaction d'axe.

6/ Il était nécessaire de détailler de manière progressive les simplifications opérées pour passer du cas du pendule composé au cas du pendule simple.

Oscillations d'un aimant dans un champ magnétique

7/

7.1/ De nombreuses erreurs dans le calcul du produit vectoriel.

7.3/ L'obtention des expressions des énergies cinétiques et potentielles à partir de l'équation différentielle a été très mal traitée. Les expressions des résultats obtenus doivent ressembler à celles

obtenues dans les questions précédentes lorsque le pendule était simple et ne comportait pas d'aimant.

Conseils :

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

Les candidats doivent prendre en compte les conseils, remarques et critiques faites par le jury pour les aider à réussir.

Il est indispensable de lire la totalité du sujet au début de l'épreuve pour repérer ainsi les parties ou questions qui peuvent être traitées rapidement. Cela permet ainsi d'éviter de rester coincé sur certaines questions alors que d'autres sont au contraire tout à fait abordables.

