

Rapport du concours BCPST 2010

Epreuve de Physique

L'épreuve de Physique du concours BCPST 2010 a traité de problèmes physiques rencontrés dans le domaine de la biologie. Le sujet comportait trois parties.

Dans la première partie, il s'agissait d'étudier un modèle simplifié du Microscope à Force Atomique, qui permet de mesurer la topographie d'objets moléculaires déposés sur une surface, et ainsi d'imager des échantillons d'origine biologique par exemple jusqu'à une échelle nanométrique. Le modèle proposé, qui reproduit relativement bien les comportements observés, consiste en un oscillateur harmonique soumis à une force extérieure qui représente la présence de la surface. La philosophie générale était ainsi dans cette partie d'étudier un oscillateur particulier. La résolution de ce problème faisait appel à des outils simples mathématiques, à des résolutions graphiques d'équation (bien adaptée pour un sujet en l'absence de calculatrices), et à de l'analyse dimensionnelle

Dans la deuxième partie, nous avons proposé un modèle simple de propagation de l'influx nerveux dans les axones. L'exposé du sujet permettait de faire lien entre le phénomène qu'on se propose de décrire et le modèle électrique qui rend compte des observations. A l'aide d'éléments électriques simples (résistances, condensateurs, piles), les étudiants devaient établir l'équation dite "du câble". Guidés par plusieurs questions, les étudiants devaient conclure que cette équation est toutefois insuffisante pour décrire la propagation d'une onde. En rajoutant un ingrédient particulier au modèle initial, la propagation devient possible. Chaque question de cette partie permettait un guidage précis des étudiants au fil du raisonnement scientifique et du déroulement des calculs.

Enfin dans une dernière partie, nous avons proposé une étude simple de moteur moléculaire, qui sont des objets moléculaires se déplaçant suite à l'hydrolyse de l'ATP par exemple. Ces objets sont donc à la fois soumis aux forces thermiques aléatoires et aux forces motrices liés à la combustion du carburant moléculaire. Les questions de ce problème devait permettre aux étudiants de comprendre et décrire le mouvement unidimensionnel d'objets moléculaires soumis à des forces aléatoires dans le cadre du principe fondamental de la dynamique. Dans la dernière partie, les étudiants utilisaient une description plus statistiques des phénomènes, où le mouvement est alors décrit par des équations de type diffusion.

Lors de l'élaboration du sujet, nous avons particulièrement veillé cette année à bien guider les étudiants dans le déroulement des calculs. De même nous avons attaché une attention particulière à une présentation claire et non ambiguë du raisonnement scientifique. Dans l'ensemble, toutes les questions de l'épreuve ont été abordées par les étudiants, ce qui reflète une certaine homogénéité de l'épreuve dans sa globalité.

L'ensemble des correcteurs a noté toutefois un certain nombre de points récurrents problématiques dans la résolution des problèmes par les étudiants. La plupart de ces points sont associés à des erreurs de raisonnement scientifique ou calculatoire, mais ne proviennent pas d'éléments sortant du programme original du concours.

Ces points problématiques sont les suivants:

- la résolution dans l'espace complexe de l'oscillateur harmonique forcé dans le cas usuel n'est pas bien assimilée
- la résolution graphique d'une équation algébrique ne semble pas bien assimilée, alors qu'elle permet pourtant de comprendre le comportement global de la solution sans résoudre complètement le calcul
- la méthode de variation de la constante pour résoudre une équation différentielle simple (dans la troisième partie) n'est pas bien assimilée, alors qu'elle a pourtant été bien guidée par plusieurs questions
- une mauvaise notation assez systématique dans les bornes des intégrales (variable d'intégration notée comme une des bornes de l'intégrale par exemple) s'est révélé catastrophique pour le calcul d'intégrale multiple aisée.

Pour conclure, nous signalons un point récurrent anecdotique, mais qui souligne peut-être le manque de recul des étudiants lors d'une épreuve comme celle-là. Dans la deuxième partie, les étudiants manipulent un potentiel électrique V lors des premières questions. Lors d'une question particulière apparaît alors une différence de potentiel électrique notée v . Lorsqu'on demande les unités de v , les étudiants ont majoritairement répondu des m/s , à savoir les unités d'une vitesse. Les étudiants ont donc associé de manière quasi-automatique la notation v à une vitesse, même dans un problème d'électricité...

En conclusion, il convient de rappeler que les clefs du succès dans un concours comme celui-ci sont une lecture très attentive du sujet, une rigueur de raisonnement scientifique, une rigueur dans le déroulement des calculs.