



## Concours de problèmes 2020

**Date limite de soumission : 23h59 HAE, 8 septembre 2020**

### Règlement

Si votre solution est présentée en format audio ou vidéo, la présentation ne peut pas durer plus de 10 (dix) minutes.

Si votre solution est présentée sous forme écrite, elle ne peut pas occuper une surface supérieure à 467,5 pouces carrés (ce qui équivaut à 5 côtés de papier « lettre » de 8,5 x 11 pouces). En unités SI, cela correspond à 0,3016 mètre carré.

La masse de votre solution (si elle est mesurable) ne doit pas dépasser 2 (deux) kilogrammes.

Tous les membres de l'équipe qui soumet une solution doivent pouvoir être membres affiliés (premier cycle) <https://www.cap.ca/fr/adhesion/etudiant-premier-cycle-affilie/> (gratuit!) ou membres étudiants de cycles supérieurs <https://www.cap.ca/fr/adhesion/etudiant-diplome-membre/> (gratuit pour la première année!) de l'ACP. Vous n'avez pas besoin d'être affilié ou membre au moment du concours, mais vous devez être éligible. En examinant les critères d'éligibilité, songez à adhérer à l'ACP.

Votre solution, sous tous ses aspects, doit être conforme aux directives locales en matière de santé et de sécurité (y compris l'éloignement physique, le cas échéant).

### Adjudication

Les solutions seront jugées sur la base de quatre (4) critères :

- l'exactitude physique de votre solution (7 points)
  - la clarté de votre solution (5 points)
  - la créativité de votre solution (5 points)
  - l'exactitude mathématique de votre solution (3 points)
- Le jugement sera effectué par une équipe sélectionnée par le Conseil consultatif des étudiants de l'ACP. La décision des juges est définitive.

## PROBLÈMES 2020

Choisissez \*un\* des problèmes et présentez votre solution, par courriel sous la forme de votre choix, au directeur des affaires étudiantes ([bnewling@unb.ca](mailto:bnewling@unb.ca)) avant 23h59 (heure de l'Est) le 8 septembre, pour avoir une chance de résoudre un problème et de connaître la gloire. Vous pouvez soumettre votre solution individuellement ou en équipe, en représentant peut-être votre société locale d'étudiants en physique ou votre club scientifique.

### Problème un

- A. Vous avez peut-être vu une petite étincelle lorsque vous avez débranché un appareil électronique comme un chargeur d'ordinateur. Expliquez pourquoi une étincelle se produit lorsque vous débranchez l'appareil, mais pas lorsque vous le branchez. Vous attendriez-vous à voir une étincelle sur tous les appareils électriques ? Pourquoi ou pourquoi pas ?
- B. Selon la loi de Faraday sur l'induction électromagnétique, une bobine électromagnétique génère une certaine force électromotrice (fem) lorsqu'elle est placée dans un champ magnétique variable.
- Expliquez comment un noyau magnétique inséré dans la bobine électromagnétique augmente l'amplitude de la force électromotrice produite.
  - En électrodynamique classique, comment la bobine peut-elle « sentir » le champ magnétique qui passe à travers le noyau magnétique ?
  - Expliquez l'effet Aharonov-Bohm (AB) d'une manière que les scientifiques en général peuvent comprendre.
  - Reliez l'effet AB à (b) pour une autre explication.

### Problème deux

Un courant d'eau à 20°C se déverse dans un lac à un débit de 1 m<sup>3</sup>/s. La température du lac, qui n'est pas sensiblement perturbée par le courant, est de 10°C.

- Quel est le taux d'augmentation de l'entropie de ce système composé dû à ce processus, si l'on ignore les éventuelles différences de composition chimique ? [La densité de l'eau est de 1000 kg/m<sup>3</sup> et la chaleur spécifique est de 4,18 kJ/(K kg)].
- Déterminez le taux auquel le travail externe pourrait être effectué si le même changement d'état était effectué de manière réversible. Considérez le lac comme un réservoir thermique approprié.
- La rivière est exploitée pour l'énergie hydro-électrique par l'érection d'un barrage et la canalisation du débit à travers une turbine. Le rendement de l'ensemble turbine-générateur est de 85%. Quelle doit être la hauteur du barrage pour produire de l'énergie électrique au même rythme qu'au point (b).

### Problème trois

Le théorème de la raquette de tennis (ou de l'axe intermédiaire).

Parfois, lorsque vous lancez un objet en l'air qui tourne dans une certaine direction, vous obtenez une étrange révolution dans des directions surprenantes.

La démonstration la plus célèbre est celle qui est faite avec une raquette de tennis (mais vous pouvez l'essayer, avec précaution, avec votre téléphone). Si la raquette de tennis est lancée vers le haut tout en tournant autour d'un axe qui pointe le long de son manche, la rotation est stable, c'est-à-dire que l'axe de rotation reste le même. Si la raquette est lancée vers le haut tout en tournant autour d'un axe perpendiculaire au plan de la tête de la raquette, la rotation est également stable. Si la raquette est lancée vers le haut tout en tournant autour d'un axe situé dans le plan de la tête de la raquette, la rotation est instable (l'axe de rotation change constamment).

Expliquez pourquoi c'est le cas.

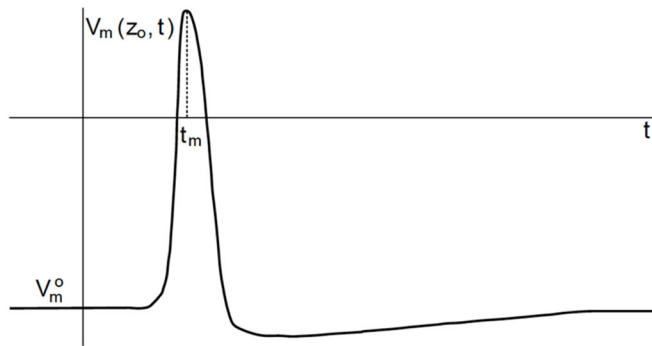
### Problème quatre

Le passage d'un *potentiel d'action* (impulsion nerveuse) le long d'une fibre nerveuse est marqué par une modification du potentiel membranaire,  $V_m$ , c'est-à-dire la différence de potentiel entre le fluide à l'intérieur de la cellule nerveuse et le fluide à l'extérieur de la cellule nerveuse. Ces deux fluides sont séparés par la membrane de la cellule nerveuse.

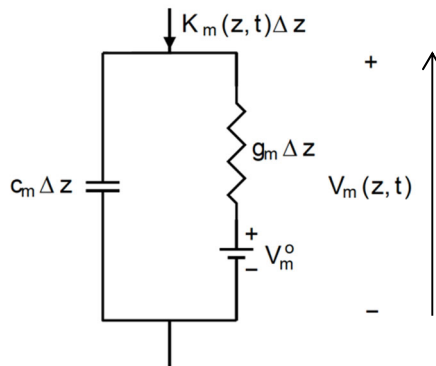
Supposons qu'un potentiel d'action se déplace à une vitesse constante,  $v$ , dans la direction  $z$  positive le long d'un axone. Supposons que le modèle de conducteur central soit valide de sorte que

$$\frac{\partial^2 V_m(z, t)}{\partial z^2} = (r_i + r_o)K_m(z, t)$$

La forme d'onde du potentiel d'action propagé en un point de l'espace ( $z = z_0$ ) est illustrée dans le diagramme.



- a. Représentez  $K_m(z, t)$  sur la même échelle de temps que  $V_m(z, t)$ .
- b. Montrez qu'on **ne peut pas** rendre compte de  $K_m(z, t)$  en supposant que la membrane peut être représentée par le circuit équivalent d'un élément incrémental de longueur  $\delta z$  indiqué dans le diagramme de circuit. Le côté à haut potentiel du circuit modèle représente le fluide à l'extérieur de la cellule nerveuse. Le côté à faible potentiel représente le fluide à l'intérieur de la cellule. Les composants électriques modélisent le comportement de la membrane elle-même.



$g_m$  et  $c_m$  sont la conductance et la capacité constantes par unité de longueur. [ASTUCE : Considérez la polarité du courant à travers la combinaison parallèle de  $g_m$  et  $c_m$  avant le moment de l'apparition du pic du potentiel d'action,  $t_m$ ].