



## Exercice n°2

TS

### Mesure de vitesse de rotation par méthode optique

Note totale sur **13,5 points**

<u>Question</u>	<u>Corrigé</u>	<u>Barème</u>
<p>I.1.a. Longueurs <math>L_1</math> et <math>L_2</math></p> <p><b>/ 4 pts</b></p>	$L_1 = 2\pi R - R\Omega\Delta t_1 \quad \text{avec} \quad \Delta t_1 = \frac{L_1}{c} \quad \Rightarrow \quad L_1 = \frac{2\pi R}{1 + \frac{R\Omega}{c}}$ $L_2 = 2\pi R + R\Omega\Delta t_2 \quad \text{avec} \quad \Delta t_2 = \frac{L_2}{c} \quad \Rightarrow \quad L_2 = \frac{2\pi R}{1 - \frac{R\Omega}{c}}$	<p><b>4 points</b></p> <p>Avec même méthode que le corrigé :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expression de <math>L_1</math>      1.5 pts</li> <li>• Expression de <math>\Delta t_1</math>      0.5 pts</li> <li>• Calcul final de <math>L_1</math>      1 pt</li> <li>• Même chose pour <math>L_2</math>      1 pt</li> </ul> <p>Tous les raisonnements corrects sont acceptés avec  -1 pt par erreur de calcul  -1 pt si <math>L_1</math> final non-homogène à une longueur  -1 pt si <math>L_2</math> final non-homogène à une longueur</p>
<p>I.1.b. Calcul de <math>\Delta L</math></p> <p><b>/ 2 pts</b></p>	<p><b>1<sup>ère</sup> méthode</b></p> <p>En se limitant au premier ordre en <math>\frac{\Omega R}{c}</math> :</p> $L_1 = 2\pi R \left(1 - \frac{\Omega R}{c}\right) \quad \text{et} \quad L_2 = 2\pi R \left(1 + \frac{\Omega R}{c}\right) \quad \Rightarrow \quad \Delta L = \frac{4\pi R^2}{c} \Omega = \frac{4S}{c} \Omega$ <p>où <math>S = \pi R^2</math> est la surface de l'interféromètre.</p> <p><b>2<sup>ème</sup> méthode</b></p> $\Delta L = L_2 - L_1 = 2\pi R \left( \frac{1}{1 - \frac{R\Omega}{c}} - \frac{1}{1 + \frac{R\Omega}{c}} \right) = 2\pi R \left( \frac{\frac{2R\Omega}{c}}{1 - \left(\frac{R\Omega}{c}\right)^2} \right)$ <p>En se limitant au premier ordre en <math>\frac{\Omega R}{c}</math> :      <math>\Delta L = \frac{4\pi R^2}{c} \Omega = \frac{4S}{c} \Omega</math></p> <p>où <math>S = \pi R^2</math> est la surface de l'interféromètre.</p>	<p><b>2 points</b></p> <p>Toutes les méthodes (1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> ou autre) correctes sont acceptées.</p> <p>Puisque le résultat attendu est donné, attention aux étapes non-justifiées.</p> <p>Si faux mais expression <math>S = \pi R^2</math> correcte, alors 0.5 pts</p>
<p>I.2. Déphasage <math>\Delta\phi</math></p> <p><b>/ 0.5 pts</b></p>	$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta L = \text{Cste} * \Omega \quad \text{avec} \quad \text{Cste} = \frac{8\pi S}{\lambda c}$	<p><b>0.5 points</b></p>

<b><u>Question</u></b>	<b><u>Corrigé</u></b>	<b><u>Barème</u></b>
<p><b>I.3.</b> Calcul de I <b>/ 4 pts</b></p>	$s(t) = s_1(t) + s_2(t)$ $\Rightarrow I = K \times A^2 \times \frac{1}{T} \int_0^T (\cos(\omega t) + \cos(\omega t + \Delta\phi))^2 dt$ <p>Avec <math>\cos(\omega t) + \cos(\omega t + \Delta\phi) = 2 \cos(\omega t + \frac{\Delta\phi}{2}) \cos(\frac{\Delta\phi}{2})</math></p> $\Rightarrow I = K \times 4A^2 \times \cos^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) \times \frac{1}{T} \int_0^T \cos^2\left(\omega t + \frac{\Delta\phi}{2}\right) dt$ $\Rightarrow I = K \times 2A^2 \times \cos^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right)$ <p>Avec <math>\cos^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) = \frac{1}{2} (1 + \cos \Delta\phi)</math></p> $\Rightarrow I = K \times A^2 \times (1 + \cos \Delta\phi)$ <p>Donc <math>I = \frac{I_{\max}}{2} \times (1 + \cos \Delta\phi)</math> avec <math>I_{\max} = 2KA^2</math></p>	<p><b>4 points</b></p> <p><i>Les étapes suivies ne sont pas forcément celles du corrigé.</i></p> <p><i>Les tentatives de calculs non abouties mais pertinentes (plusieurs étapes correctes) doivent être valorisées : de 1 à 1.5 points sur 4 avec -0.5 par erreur de calcul</i></p> <p><i>Dans tous les cas :</i></p> <p><i>0,25 pts pour somme des signaux <math>s_1(t)</math> et <math>s_2(t)</math></i></p> <p><i>0,5 pts pour « sortir » <math>\cos^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right)</math> de l'intégrale</i></p> <p><i>-0.5 par erreur de calcul</i></p>
<p><b>I.4.a.</b> Conditions interférences <b>/ 0.5 pts</b></p>	<p>Interférences constructives : <math>\Delta\phi = 2\pi n</math> avec n entier relatif</p> <p>Interférences destructives : <math>\Delta\phi = (2n+1)\pi</math> avec n entier relatif</p>	<p><b>0.5 points</b></p> <p><i>0.25 pts pour constructives</i></p> <p><i>0.25 pts pour destructives</i></p> <p><i>-0.25 si oublié de préciser n entier relatif</i></p>
<p><b>I.4.b.</b> Expression de <math>\Omega_{\max}</math> (plage de mesure) <b>/ 0.5 pts</b></p>	<p><math>\Omega_{\max}</math> pour interférences destructives avec n = 0</p> <p>Soit <math>\Delta\phi = \pi</math> avec <math>\Delta\phi = \frac{8\pi S}{\lambda c} \Omega</math> <math>\Rightarrow \Omega_{\max} = \frac{\lambda c}{8S}</math></p>	<p><b>0.5 points</b></p>
<p><b>II.1.</b> Intérêt fibre multitour <b>/ 0.5 pts</b></p>	<p>La surface de l'interféromètre devient <math>S = N\pi R^2</math>.</p> <p>Le déphasage <math>\Delta\phi</math> est alors multiplié par N donc plus facilement mesurable (amélioration de la sensibilité du gyromètre).</p>	<p><b>0.5 points</b></p>

## Question

II.2. Rotation propre de la Terre : déphasage attendu

**/ 1.5 pts**

## Corrigé

La surface effective de la fibre est  $S = N\pi R^2 = \frac{LR}{2}$  ( car  $N = \frac{L}{2\pi R}$  )  
 $\Delta\phi = \frac{8\pi S}{\lambda c} \Omega_T$  devient  $\Delta\phi = \frac{4\pi LR}{\lambda c} \Omega_T = 4,3 \cdot 10^{-4} \text{ rad} = 0,025^\circ$

## Barème

### **1.5 points**

*0,5 pts pour prise en compte correcte de N*

*0,5 pts pour résultat correct*

*0,25 pts pour bon nombre de chiffres significatifs*

*(on attend  $\Delta\phi$  avec 2 chiffres significatifs, dans la mesure où les valeurs de L et R sont données avec 2 chiffres significatifs).*

*0,25 pts pour unité finale correcte.*