

Université Paul Sabatier de Toulouse, année universitaire 2010-2011

L3 LICENCE PHYSIQUE CHIMIE APPLICATION

Mention physique fondamentale

2L60PY2 RELATIVITÉ/PHYSIQUE NUCLEAIRE

TD 1

Durée : 1 h 30

*Conformément à l'usage typographique international, les vecteurs sont représentés en gras*

### 1. Composition des vitesses - Croisement de trains

Un train A démarre avec une accélération constante de  $1 \text{ ms}^{-2}$ . Après avoir parcouru une distance  $d = 800 \text{ m}$ , ce train A croise un train B qui roule vitesse constante  $v_0 = 108 \text{ kmh}^{-1}$ . Un observateur placé en tête du train A voit passer B devant lui pendant  $\Delta t = 3 \text{ s}$ .

1) Quelle est la longueur de du train B?

2) La longueur de A étant  $L_A = 350 \text{ m}$ , pendant combien de temps un observateur placé en queue du train A verra-t-il passer le train B?

### 2. Effet Doppler classique : vélocimétrie par ultrasons

On détermine la vitesse  $v$  de déplacement des globules sanguins en utilisant une sonde à ultrasons constituée de deux cristaux piézoélectriques, l'un A pour l'émission et l'autre B pour la réception de l'onde réfléchiée par les globules. La vitesse  $v$  des globules est faible devant la vitesse de propagation des ultrasons  $c_s = 340 \text{ ms}^{-1}$  ; en outre, l'angle que fait la direction de propagation avec la vitesse des globules est petit. La combinaison du faisceau incident, de fréquence  $\nu_A = 5,3 \text{ MHz}$ , et du faisceau reçu après réflexion par les globules  $\nu_B$ , donne des battements dont la fréquence  $\Delta\nu = 1,4 \text{ kHz}$  est égale à la différence des fréquences des deux signaux.

1) Exprimez la fréquence de l'onde reçue par le globule en mouvement  $\nu_r$ , ainsi que celle  $\nu_B$  reçue par B.

2) En déduire la vitesse des globules.

### 3. Aberration des étoiles en cinématique galiléenne

On considère deux référentiels galiléens  $\mathcal{R}$  et  $\mathcal{R}'$ , de vitesse  $\mathbf{u} = u \mathbf{e}_x$  par rapport à  $\mathcal{R}$ . Une source située sur l'axe  $Oy$  du référentiel inertiel  $\mathcal{R} = Oxyz$  émet vers  $O$  une onde lumineuse monochromatique plane, dont la vitesse de propagation est  $v_l$ . Le récepteur est lié au référentiel  $\mathcal{R}'$ .

1) Exprimer, en fonction de  $v_l$  et  $u$ , l'angle  $\theta'$ , que fait avec l'axe  $Ox$  la direction de propagation de l'onde dans  $\mathcal{R}'$ , si l'on adopte la transformation de Galilée.

2) En 1725, J. Bradley a mesuré le diamètre angulaire de la trajectoire circulaire apparente de l'étoile  $\gamma$  du Dragon, situé sur l'axe de l'écliptique ; cet axe est l'axe perpendiculaire au plan de l'orbite plane du centre de la Terre autour du Soleil, appelé l'écliptique, et passant par le centre du Soleil. Il a trouvé 40 secondes d'arc.

Sachant que la vitesse de translation de la Terre dans son mouvement orbital autour du Soleil est d'environ  $30 \text{ km.s}^{-1}$ , calculer la valeur qu'il avait obtenue pour la vitesse de la lumière dans le vide. Commenter.

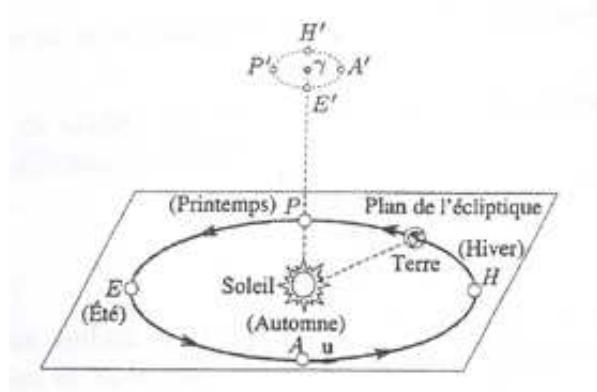


Figure 1: