

Exercice 2 — éléments de correction

1. 2 points

Le PFD dans le référentiel \mathcal{G} s'écrit $\vec{F} = m\vec{a}_{\mathcal{G}}$.

D'autre part, on a $\vec{a}_{\mathcal{G}} = \vec{a}_{\mathcal{A}} + \vec{a}$.

Il découle $\vec{F} - m\vec{a} = m\vec{a}_{\mathcal{A}}$, ce qui revient à ajouter une force $-m\vec{a}$, ce qui revient au même qu'un champ de pesanteur $\vec{g} = -\vec{a}$.

2. 1 point

$$v_E(t) = v_D(t) = \gamma t.$$

3. 1 point

$$t_d - t_e = \frac{d}{c}.$$

4. 3 points

(Cette question est difficile. Je pense qu'il ne faut pas être trop méchant avec les candidats, dès lors qu'ils semblent avoir compris le raisonnement à faire.)

Il faut appliquer deux fois la formule de l'effet Doppler en faisant intervenir la fréquence dans le référentiel \mathcal{G} .

À l'émission, l'émetteur va à la vitesse γt_e donc $\frac{f_e}{f_{\mathcal{G}}} = 1 - \frac{\gamma t_e}{c}$.

À la réception, le détecteur va à la vitesse γt_d donc $\frac{f_d}{f_{\mathcal{G}}} = 1 - \frac{\gamma t_d}{c}$.

Il découle, à l'ordre le plus bas en $\frac{1}{c}$, $\frac{f_d}{f_e} = 1 - \frac{\gamma(t_d - t_e)}{c}$, d'où finalement $\frac{f_d - f_e}{f_e} = -\frac{\gamma d}{c^2}$.

5. 1 point

$V_g(P) = gz_P$, et le résultat demandé en découle immédiatement.

(Cette question permet aux candidats de vérifier qu'ils ne se sont pas trompés à la question précédente.)

6. 2 points

Ici, l'émetteur est à la surface de Sirius B et le récepteur est sur Terre.

On a $\frac{f_d - f_e}{f_e} = -\frac{u}{c} = -\frac{GM}{Rc^2}$ donc $R = \frac{GM}{uc} = 5,6 \times 10^6$ m (plus petit que la Terre!)

Puisque la Terre a une masse beaucoup plus faible que le Soleil pour un rayon du même ordre de grandeur, son potentiel gravitationnel à sa surface est bien sûr négligeable devant celui de Sirius B.