

## 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  $\gamma t_e$  donc  $\frac{f_e}{f_{\mathcal{G}}} = 1 - \frac{\gamma t_e}{c}$ .

À la réception, le détecteur va à la vitesse  $\gamma t_d$  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

$$\lambda = \frac{hc}{E} = 8,63 \times 10^{-11} \text{ m.}$$

$$\frac{f_d - f_e}{f_e} = -2,46 \times 10^{-15}.$$