Radar pédagogique équipé d'un panneau solaire

Bac 2025 Centres étrangers 1 Jour 1 · Exercice 2 **6 points** **Durée conseillée 1 h 03**

Q.1 Justifier, à l'aide de la figure 3, que dans les conditions d'éclairement du radar la puissance électrique maximale fournie est $P_m = 100$ W.

Données utiles $E = 600 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

Le radar reçoit un éclairement moyen de $600 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Sur la figure 3, on choisit la courbe de puissance (trait plein) repérée « $600 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ ». Son sommet, atteint pour $U \approx 22$ V, se lit sur l'axe de droite.

Le maximum de cette courbe vaut $P_m = 100$ W.

PIÈGE
Lire le sommet sur l'axe de gauche (intensité, en A) : on trouverait 5. La puissance se lit sur l'axe de droite.

Q.2 Calculer la valeur du rendement η du panneau photovoltaïque. Conclure.

Données utiles $P_m = 100$ W (Q.1) ; $E = 600 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$; dimensions : 850 mm × 950 mm ; rendement annoncé : 20 %

Le rendement est le rapport de la puissance électrique fournie à la puissance lumineuse reçue :

$$\eta = \frac{P_m}{P_{lum}} = \frac{P_m}{E \times S}$$

Surface du panneau : $S = 0{,}850 \times 0{,}950 = 0{,}808 \text{ m}^2$.

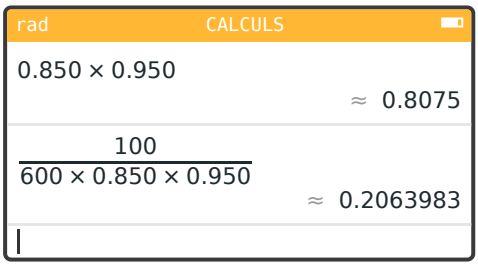
$$\eta = \frac{100}{600 \times 0{,}850 \times 0{,}950} = 0{,}206$$

$\eta = 0{,}206$, soit environ $21\ \%$: la valeur est très proche des $20\ \%$ annoncés, le rendement annoncé est vérifié.

PIÈGE
Laisser les dimensions en millimètres : E est en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$, la surface doit être en m^2.

COMPRENDRE
Chiffres significatifs : on garde autant de chiffres que la donnée la moins précise. Les dimensions en ont trois, d'où $0{,}206$. Le rendement annoncé n'en a que deux : on compare $21\ \%$ à $20\ \%$.

À LA CALCULATRICE



Q.3 Décrire qualitativement l'effet Doppler.

Lorsqu'un émetteur d'ondes et un récepteur sont en mouvement l'un par rapport à l'autre, la fréquence de l'onde reçue f_R est différente de la fréquence de l'onde émise f_E : c'est l'effet Doppler.

- S'ils se rapprochent, $f_R > f_E$.
- S'ils s'éloignent, $f_R < f_E$.

Le décalage $\Delta f = |f_R - f_E|$ est d'autant plus grand que la vitesse relative est grande.

COMPRENDRE
Ici, le véhicule renvoie l'onde vers le radar fixe : il se comporte comme un récepteur puis comme un émetteur en mouvement, d'où le facteur 2 dans l'expression de Δf donnée par le sujet.

Q.4 Calculer les valeurs des vitesses v_7 et v_{11} du chariot aux dates t_7 et t_{11}.

Données utiles figure 7 : $x_6 = 19{,}7$ mm ; $x_8 = 26{,}2$ mm ; $x_{10} = 32{,}8$ mm ; $x_{12} = 39{,}3$ mm ; 13 intervalles entre $t_0 = 0$ s et $t_{13} = 0{,}429$ s

Durée entre deux positions successives : $\tau = \dfrac{0{,}429}{13} = 0{,}0330$ s.

La vitesse à la date t_i est assimilée à la vitesse moyenne entre les deux positions qui encadrent M_i :

$$v_7 = \frac{M_6M_8}{2\tau} = \frac{x_8 - x_6}{2\tau} = \frac{(26{,}2 - 19{,}7)\times 10^{-3}}{2 \times 0{,}0330} = 9{,}8 \times 10^{-2}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

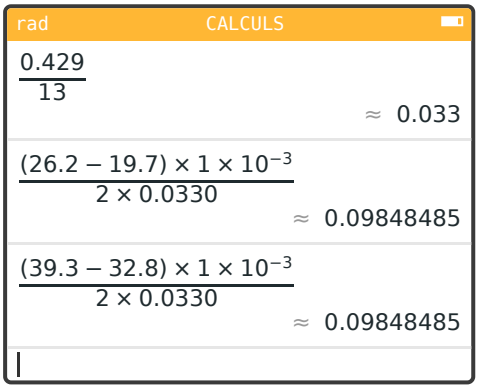
$$v_{11} = \frac{M_{10}M_{12}}{2\tau} = \frac{x_{12} - x_{10}}{2\tau} = \frac{(39{,}3 - 32{,}8)\times 10^{-3}}{2 \times 0{,}0330} = 9{,}8 \times 10^{-2}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$v_7 \approx v_{11} \approx 9{,}8 \times 10^{-2}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (soit $9{,}8\ \text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$)

PIÈGE
Diviser 0,429 s par 14 (le nombre de points) au lieu de 13 (le nombre d'intervalles), ou oublier le facteur 2 au dénominateur.

COMPRENDRE
Une abscisse se lit à 0,1 mm près : la distance de 6,5 mm n'a que deux chiffres significatifs, le résultat aussi. Une lecture décalée de 0,1 mm change la vitesse de $0{,}15\ \text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$.

À LA CALCULATRICE



Q.5 Associer, en justifiant, chaque courbe A et B des figures 8a et 8b à la grandeur correspondante.

Le chariot avance à vitesse constante, proche de $0{,}1\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ d'après Q.4.

- Courbe A : les valeurs restent voisines de $0{,}1$ au cours du temps. Elle représente la vitesse v_x.
- Courbe B : la grandeur part de 0 et augmente régulièrement jusqu'à environ $0{,}042$ m, soit les 42 mm parcourus sur la figure 7. Elle représente la position x.

Courbe A : $v_x = g(t)$; courbe B : $x = f(t)$.

MÉTHODE
Pour un mouvement rectiligne uniforme, v_x est constante et x est une fonction affine du temps : on cherche la courbe « horizontale » et la droite croissante, puis on contrôle les ordres de grandeur.

Q.6 Estimer, à partir d'une des figures 8a ou 8b, la valeur de la vitesse moyenne du chariot.

Données utiles figure 8b : droite passant par l'origine et par le point $(0{,}40\ \text{s} ; 0{,}0385\ \text{m})$

Sur la figure 8b, les points sont alignés sur une droite passant par l'origine : $x = k \times t$. La vitesse est la dérivée de la position, $v_x = \dfrac{\text{d}x}{\text{d}t} = k$, coefficient directeur de la droite.

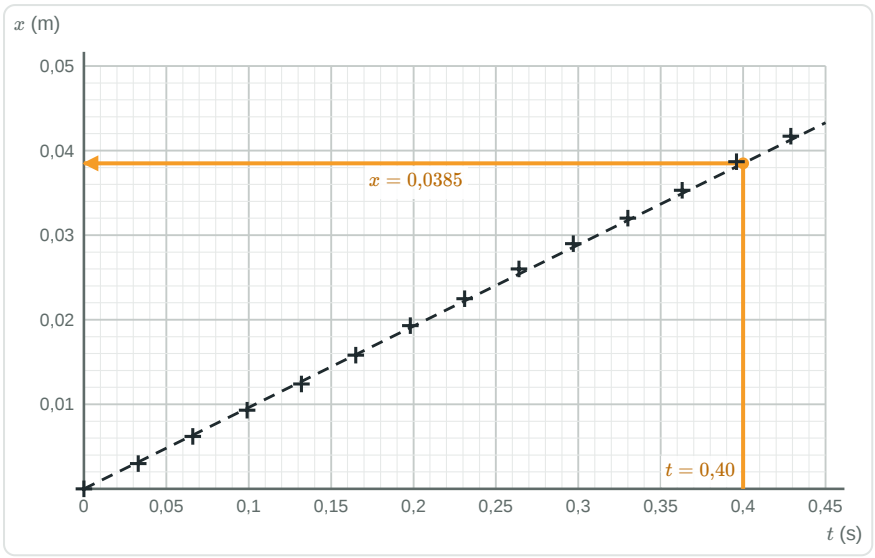
On trace la droite au plus près des points ; elle passe par $(0{,}40\ \text{s} ; 0{,}0385\ \text{m})$:

$$v_{moy} = \frac{0{,}0385 - 0}{0{,}40 - 0} = 9{,}6 \times 10^{-2}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$v_{moy} \approx 9{,}6 \times 10^{-2}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (soit $9{,}6\ \text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$)

COMPRENDRE
La figure 8a convient aussi : les points oscillent entre $0{,}092$ et $0{,}104\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, et une droite horizontale moyenne se place vers $0{,}096\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Les deux méthodes concordent.

MÉTHODE
Pour un coefficient directeur, choisir deux points de la droite tracée, éloignés l'un de l'autre, et non deux points de mesure voisins.



À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\frac{0.0385}{0.40} \approx 0.09625$

Q.6 · Figure 8b du sujet, avec la droite moyenne et le point utilisé

Q.7 Déterminer la valeur de la période T_R du signal obtenu. En déduire que la fréquence f_E du signal émis vaut 42 kHz.

Données utiles figure 9 : le signal coupe l'axe en montant à $t = 7$ µs, puis cinq périodes plus tard à $t = 127$ µs

Pour gagner en précision, on mesure la durée de 5 périodes sur la figure 9 :

$$5\,T_R = 127 - 7 = 120\ \mu\text{s} \quad \text{donc} \quad T_R = \frac{120}{5} = 24\ \mu\text{s} = 24 \times 10^{-6}\ \text{s}$$

$$f_R = \frac{1}{T_R} = \frac{1}{24 \times 10^{-6}} = 4{,}2 \times 10^{4}\ \text{Hz}$$

Le chariot étant immobile, il n'y a pas d'effet Doppler : la fréquence reçue est égale à la fréquence émise, $f_E = f_R$.

$T_R = 24$ µs et $f_E = f_R = 4{,}2 \times 10^4$ Hz $= 42$ kHz, valeur attendue : 42 kHz.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\frac{127 - 7}{5} \approx 24$

$\frac{1}{24 \times 10^{-6}} \approx 41666.67$

PIÈGE

Oublier de justifier $f_E = f_R$: le signal de la figure 9 est le signal reçu. Sans la phrase « chariot immobile, donc pas de décalage Doppler », la déduction est incomplète.

MÉTHODE

Mesurer plusieurs périodes entre deux passages identiques (même valeur, même sens de variation) puis diviser : l'erreur de lecture est répartie sur le nombre de périodes.

Q.8 Calculer la valeur de la vitesse $v_{chariot}$ obtenue par effet Doppler. Comparer le résultat à ceux des questions Q.4 et Q.6.

Données utiles $\Delta f = 22{,}7$ Hz ; $f_E = 42$ kHz (Q.7) ; à $\theta = 21{,}0\ ^\circ\text{C}$: $v = 344{,}25\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; $v_7 \approx v_{11} \approx 9{,}8 \times 10^{-2}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Q.4) ; $v_{moy} = 9{,}6 \times 10^{-2}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Q.6)

$\Delta f = 2 \times f_E \times \dfrac{v_{chariot}}{v}$ donc

$$v_{chariot} = \frac{\Delta f \times v}{2 \times f_E} = \frac{22{,}7 \times 344{,}25}{2 \times 42 \times 10^3} = 9{,}3 \times 10^{-2}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Comparaison : le pointage donne $9{,}8 \times 10^{-2}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Q.4) et $9{,}6 \times 10^{-2}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Q.6). L'écart relatif avec la valeur Doppler est de $3\ \%$ à $5\ \%$.

$v_{chariot} = 9{,}3 \times 10^{-2}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$: valeur un peu plus faible mais du même ordre que celles du pointage, les deux méthodes sont cohérentes.

PIÈGE

Prendre $v = 340\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ par habitude : la célérité se lit dans le tableau, à la température de la pièce ($21{,}0\ ^\circ\text{C}$). Ne pas oublier non plus de convertir f_E en hertz.

COMPRENDRE

Deux chiffres significatifs, comme f_E. Cette fréquence est la donnée la moins précise : avec T_R lu à 1 µs près, elle est connue à environ $4\ \%$, ce qui suffit à expliquer l'écart entre les méthodes.

À LA CALCULATRICE

