

Corrigé

Épreuve d'enseignement de spécialité — Physique-Chimie
Baccalauréat Général — Session 2026 — Jour 2 — Sujet 26-PYCJ2ME1
Métropole

Exercice 1 — Le kéfir de fruit

(9 pts)

Partie 1 — Concentration des ions chlorure de l'eau du robinet

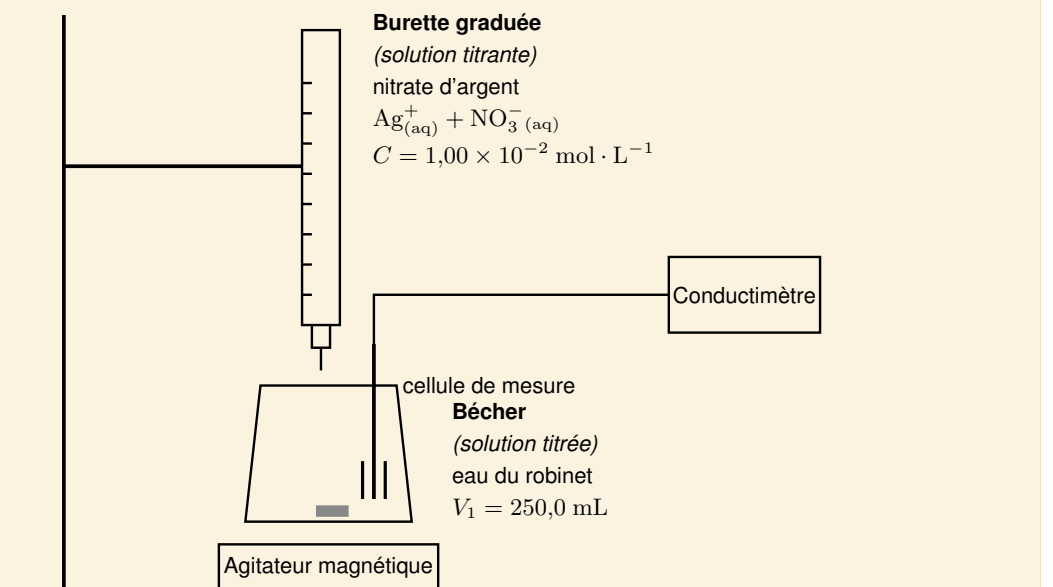
RAPPEL DE COURS

Titration conductimétrique : $V_1 = 250,0$ mL d'eau du robinet titrés par une solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}_{(\text{aq})}^+$; $\text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$) de concentration $C = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Réaction support : $\text{Ag}_{(\text{aq})}^+ + \text{Cl}_{(\text{aq})}^- \rightarrow \text{AgCl}_{(\text{s})}$. $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,6$, $\lambda(\text{NO}_3^-) = 7,1$, $\lambda(\text{Ag}^+) = 6,2 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$.

Q1. Schéma du dispositif de titrage

RÉPONSE



Q2. Lignes de code 4 et 5

La ligne 4 fixe le volume de solution *titrée* : $V_1 = 250,0$ mL. La ligne 5 fixe la concentration de la solution *titrante* : $C = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

RÉPONSE

V1=250 # Volume de solution titrée en mL
C=1.00E-2 # Concentration solution titrante en mol/L

Q3. Ligne de code 7 — volume à l'équivalence

MÉTHODE

À l'équivalence, les réactifs sont introduits en proportions stœchiométriques (1:1) : $C \times V_E = C_1 \times V_1$,
d'où $V_E = \frac{C_1 V_1}{C}$.

RÉPONSE

$V_E = C_1 \times V_1 / C$ # Calcul du volume à l'équivalence en mL

Q4. Ligne de code 15 — quantité de AgCl formé

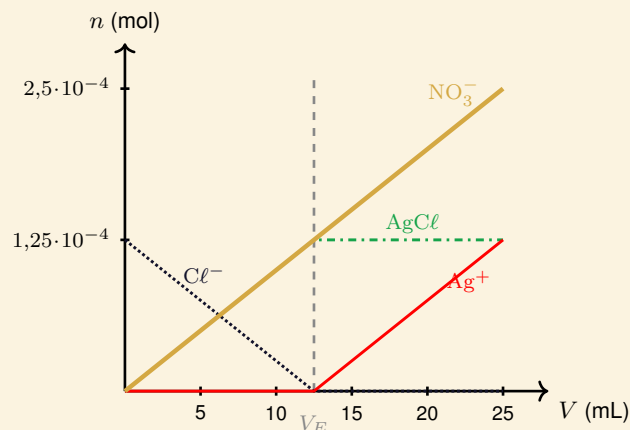
Tant que $V < V_E$, le chlorure d'argent se forme ; à l'équivalence ($V = V_E$), tout le Cl^- a précipité et la quantité de AgCl devient maximale ; au-delà ($V = V_{max}$) elle reste constante. La quantité maximale s'écrit $C \times V_E$ (en mol, avec le facteur 0,001 pour convertir les mL).

RÉPONSE

$n_{produit} = [0, C \times V_E \times 0.001, C \times V_E \times 0.001]$

Q5. Évolution de la quantité de matière des ions nitrate**MÉTHODE**

Les ions NO_3^- sont des ions spectateurs introduits avec les ions Ag^+ : leur quantité augmente proportionnellement au volume versé, $n(NO_3^-) = C \times V$, sur toute la durée du titrage (avant comme après l'équivalence). C'est une droite passant par l'origine, sans rupture de pente.

RÉPONSE

La courbe à tracer (en **or**) est la droite $n(NO_3^-) = C V$: continue, croissante, sans changement de pente à l'équivalence.

Q6. Interprétation de l'évolution de la conductivité**MÉTHODE**

La conductivité dépend des ions *présents en solution*. À chaque ajout, Ag^+ et Cl^- disparaissent (précipité AgCl), tandis que les ions spectateurs NO_3^- s'accumulent. On raisonne donc sur les ions échangés en solution.

RÉPONSE

– **Avant l'équivalence** : chaque ion Ag^+ ajouté précipite un ion Cl^- . En solution, un ion Cl^- ($\lambda = 7,6$) est remplacé par un ion NO_3^- ($\lambda = 7,1$), de conductivité molaire plus faible : la conductivité σ **diminue** (légèrement).

- **Après l'équivalence** : il n'y a plus de Cl^- à précipiter. Les ions Ag^+ et NO_3^- versés s'accumulent tous deux en solution : la conductivité σ **augmente**.

Le **minimum** de la courbe $\sigma(V)$ correspond donc à l'équivalence, ce qui est cohérent avec la figure 2 ($V_E \approx 12,5$ mL).

Q7. Concentration en masse en ions chlorure et conclusion

Volume équivalent. Le minimum de la courbe $\sigma(V)$ (figure 2) donne $V_E \approx 12,5$ mL.

Quantité puis concentration en Cl^- . À l'équivalence $n(Cl^-) = n(Ag^+)_{\text{versé}} = C V_E$:

$$[Cl^-] = \frac{C V_E}{V_1} = \frac{1,00 \times 10^{-2} \times 12,5 \times 10^{-3}}{250,0 \times 10^{-3}} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Concentration en masse.

$$t(Cl^-) = [Cl^-] \times M(Cl) = 5,0 \times 10^{-4} \times 35,5 \approx 1,8 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$

RÉPONSE

$t(Cl^-) \approx 1,8 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (soit $\approx 18 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$).

Cette valeur est très inférieure à la teneur maximale tolérée ($2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) : $1,8 \times 10^{-2} \ll 2$. Cette eau du robinet **convient** parfaitement pour réaliser le kéfir.

Partie 2 — Cinétique de la fermentation

RAPPEL DE COURS

$C_6H_{12}O_{6(aq)} \rightarrow 2 CH_3CH_2OH_{(aq)} + 2 CO_{2(g)}$; $M(C_6H_{12}O_6) = 180,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $V_{\text{Boisson}} = 1 \text{ L}$; modèle (figure 3) : $\ln C_{\text{glu}} = -5,34 \times 10^{-6} t - 2,22$.

Q8. Autre méthode de suivi cinétique

RÉPONSE

La réaction dégage du dioxyde de carbone gazeux : on peut suivre la cinétique en mesurant le **dégagement de CO_2** au cours du temps — par exemple par **mesure de la pression** (suivi manométrique en récipient fermé), par mesure du **volume de gaz** dégagé, ou par **pesée** (suivi de la perte de masse due au départ du CO_2).

Q9. Relation entre $n_{\text{glu}}(t)$ et $C_{\text{éth}}(t)$

Tableau d'avancement (avancement x , à la date t) :

	$C_6H_{12}O_6$	$2 CH_3CH_2OH$	$2 CO_2$
$t_0 = 0$	$n_{\text{glu}}(t_0)$	0	0
t	$n_{\text{glu}}(t_0) - x$	$2x$	$2x$

On lit $n_{\text{glu}}(t) = n_{\text{glu}}(t_0) - x$ et $n_{\text{éth}}(t) = 2x$, donc $x = \frac{n_{\text{éth}}(t)}{2}$. Or $n_{\text{éth}}(t) = C_{\text{éth}}(t) \times V_{\text{Boisson}}$, d'où :

RÉPONSE

$$n_{\text{glu}}(t) = n_{\text{glu}}(t_0) - \frac{n_{\text{éth}}(t)}{2} = n_{\text{glu}}(t_0) - \frac{C_{\text{éth}}(t) \cdot V_{\text{Boisson}}}{2}.$$

Q10. Équation différentielle (ordre 1)

La vitesse de disparition (volumique) du glucose est $v = -\frac{dC_{\text{glu}}(t)}{dt}$. Si elle suit une loi d'ordre 1, $v = k \cdot C_{\text{glu}}(t)$. En égalant :

$$-\frac{dC_{\text{glu}}(t)}{dt} = k \cdot C_{\text{glu}}(t) \iff \frac{dC_{\text{glu}}(t)}{dt} + k \cdot C_{\text{glu}}(t) = 0.$$

RÉPONSE

$$\frac{dC_{\text{glu}}(t)}{dt} + k \cdot C_{\text{glu}}(t) = 0.$$

Q11. Vérification de la solution

On dérive $C_{\text{glu}}(t) = C_{\text{glu}}(0) e^{-kt}$:

$$\frac{dC_{\text{glu}}(t)}{dt} = C_{\text{glu}}(0) \times (-k) e^{-kt} = -k (C_{\text{glu}}(0) e^{-kt}) = -k C_{\text{glu}}(t).$$

Donc $\frac{dC_{\text{glu}}}{dt} + k C_{\text{glu}} = -k C_{\text{glu}} + k C_{\text{glu}} = 0$: l'équation est vérifiée. De plus $C_{\text{glu}}(0) e^0 = C_{\text{glu}}(0)$ respecte la condition initiale.

RÉPONSE

$C_{\text{glu}}(t) = C_{\text{glu}}(0) e^{-kt}$ est bien solution de l'équation différentielle.

Q12. Confirmation de l'ordre 1 par le tracé

En prenant le logarithme népérien de la solution :

$$\ln C_{\text{glu}}(t) = \ln(C_{\text{glu}}(0) e^{-kt}) = \ln C_{\text{glu}}(0) - kt.$$

$\ln C_{\text{glu}}$ est donc une **fonction affine du temps**, de pente $-k$.

RÉPONSE

Le graphique de la figure 3 est une **droite** : $\ln C_{\text{glu}}$ varie bien de façon affine avec t , ce qui **confirme** l'hypothèse d'une loi de vitesse d'**ordre 1**. La pente de la droite vaut $-k = -5,34 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$.

Q13. Masse de glucose initialement introduite

L'ordonnée à l'origine du modèle donne $\ln C_{\text{glu}}(0) = -2,22$, d'où :

$$C_{\text{glu}}(0) = e^{-2,22} \approx 0,109 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

$$n_{\text{glu}}(0) = C_{\text{glu}}(0) \times V_{\text{Boisson}} = 0,109 \times 1 = 0,109 \text{ mol},$$

$$m_{\text{glu}}(0) = n_{\text{glu}}(0) \times M = 0,109 \times 180,0 \approx 19,6 \text{ g}.$$

RÉPONSE

$$m_{\text{glu}}(0) \approx 19,5 \text{ g}.$$

Commentaire. La recette prévoit de remplacer les 20 g de sucre par 20 g de glucose : la valeur calculée ($\approx 19,5 \text{ g}$) est très proche de 20 g. Le résultat est donc **cohérent** avec la recette utilisée.

Q14. Temps de demi-réaction et conclusion

La pente donne $k = 5,34 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$, d'où :

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,693}{5,34 \times 10^{-6}} \approx 1,3 \times 10^5 \text{ s} \approx 36 \text{ h}.$$

RÉPONSE

$$t_{1/2} \approx 1,3 \times 10^5 \text{ s} \approx 36 \text{ h.}$$

Conclusion. La recette préconise une fermentation d'au moins 24 h. Comme $24 \text{ h} < t_{1/2} \approx 36 \text{ h}$, **moins de la moitié** du glucose a été consommée à ce stade (on vérifie qu'il reste $e^{-k \times 24 \times 3600} \approx 63\%$ du glucose). Il subsiste donc encore beaucoup de sucre : la boisson reste **agréable au goût**, conformément à l'objectif de la recette.

Partie 3 — Arôme de la boisson

Q15. Attribution des spectres IR

MÉTHODE

Le *citral* est un aldéhyde insaturé : liaisons $C = O$ et $C = C$, mais *pas* de liaison $O-H$. L'*acide citrique* porte plusieurs groupes $-COOH$ et un groupe $-OH$: nombreuses liaisons $O-H$ donnant une bande forte et large vers $3200-3700 \text{ cm}^{-1}$.

RÉPONSE

- **Spectre A** → **citral** : présence d'une bande $C = O$ forte et fine vers $1650-1730 \text{ cm}^{-1}$ et de la bande $C-H$, mais **absence de bande $O-H$ large**.
- **Spectre B** → **acide citrique** : présence d'une bande $O-H$ **forte et large** vers $3200-3700 \text{ cm}^{-1}$ (groupes carboxyle et hydroxyle) en plus de la bande $C = O$.

Q16. Choix du solvant d'extraction

On cherche un solvant capable d'extraire *simultanément* le citral, l'acide citrique *et* le limonène à partir de la boisson, qui est aqueuse.

RÉPONSE

Le solvant approprié est l'**acétate d'éthyle**.

- C'est le **seul** des trois solvants dans lequel les **trois espèces sont solubles** (solubilité convenable pour le citral et le limonène, grande pour l'acide citrique). Le cyclohexane est à écarter (acide citrique de solubilité *nulle*) ; l'eau aussi (limonène et citral très peu solubles).
- Sa **miscibilité avec l'eau est faible** : il forme une phase organique distincte de la phase aqueuse, ce qui permet une extraction liquide-liquide.

Q17. Espèce responsable du goût acidulé

MÉTHODE

Sur le chromatogramme, deux espèces déposées dans une même colonne ont migré à la même hauteur (même rapport frontal) si elles sont identiques. On compare donc les taches de l'extrait *K* aux références *C* (citral), *L* (limonène) et *A* (acide citrique).

RÉPONSE

L'extrait de kéfir *K* présente une tache à la **même hauteur** que la référence *A* (acide citrique), restée près de la ligne de dépôt ; il ne présente pas de tache aux hauteurs du citral (*C*) ni du limonène (*L*). L'espèce issue du citron retrouvée dans la boisson, et responsable de son **goût acidulé**, est donc l'**acide citrique** — ce qui est cohérent avec sa grande solubilité dans l'eau de la boisson.

Exercice 2 — La yaourtière

(5 pts)

Partie 1 — Fabrication des yaourts

RAPPEL DE COURS

 $1 \text{ kWh} = 3\,600 \text{ kJ} ; P_A = 150 \text{ W} ; P_B = 20 \text{ W} ; C = 4,0 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} ; \theta_{\text{fab}} = 43^\circ\text{C} ; \theta_{\text{amb}} = 20^\circ\text{C}.$
Q1. Énergie thermique $Q_{\text{chauffage}}$ de l'étape AL'élévation de température de $\{S\}$ de θ_{amb} à θ_{fab} requiert :

$$Q_{\text{chauffage}} = C (\theta_{\text{fab}} - \theta_{\text{amb}}) = 4,0 \times 10^3 \times (43 - 20) = 4,0 \times 10^3 \times 23 = 9,2 \times 10^4 \text{ J}.$$

RÉPONSE

$$Q_{\text{chauffage}} = C (\theta_{\text{fab}} - \theta_{\text{amb}}) \approx 9,2 \times 10^4 \text{ J}.$$

Q2. Durées Δt_A et Δt_B

MÉTHODE

Pendant l'étape A, 85 % de l'énergie électrique consommée est transférée thermiquement à $\{S\}$:

$$0,85 \times P_A \Delta t_A = Q_{\text{chauffage}}.$$

$$\Delta t_A = \frac{Q_{\text{chauffage}}}{0,85 P_A} = \frac{9,2 \times 10^4}{0,85 \times 150} \approx 7,2 \times 10^2 \text{ s} \approx 12 \text{ min}.$$

La phase de chauffage dure 8 h, donc :

$$\Delta t_B = 8 \text{ h} - \Delta t_A = 480 \text{ min} - 12 \text{ min} = 468 \text{ min} \approx 7 \text{ h } 50.$$

RÉPONSE

 $\Delta t_A \approx 7,2 \times 10^2 \text{ s} \approx 12 \text{ min} ; \text{ on en déduit } \Delta t_B \approx 7 \text{ h } 50 \text{ min}.$

Q3. Prix de fabrication d'un yaourt maison

MÉTHODE

Une fournée de 7 yaourts utilise : 0,700 L de lait, un sachet de 2 g de ferments, et l'électricité consommée pendant les 8 h (étapes A et B). On calcule l'énergie électrique *totale* consommée.

Énergie électrique consommée.

$$E = P_A \Delta t_A + P_B \Delta t_B = 150 \times 720 + 20 \times 28\,080 \approx 6,7 \times 10^5 \text{ J}.$$

Conversion : $E = \frac{6,7 \times 10^5}{3,6 \times 10^6} \approx 0,19 \text{ kWh}.$

Coûts pour 7 yaourts.

lait : $0,700 \times 1,05 = 0,735 \text{ €} ;$ ferments : $0,64 \text{ €} ;$ électricité : $0,19 \times 0,20 \approx 0,04 \text{ €}.$

$$\text{Total} \approx 0,735 + 0,64 + 0,04 = 1,42 \text{ €} \implies \text{ par yaourt : } \frac{1,42}{7} \approx 0,20 \text{ €}.$$

RÉPONSE

Le prix de fabrication est d'environ **0,20 €** par yaourt.C'est **moins** que le prix d'un yaourt de grande distribution de qualité comparable (0,35 €) : l'argument

du coût est **vérifié**, le yaourt maison revient ici environ 40 % moins cher.

Partie 2 — Refroidissement dans le réfrigérateur

RAPPEL DE COURS

Loi de Newton : $\Phi = h S (\theta - \theta_{\text{réfri}})$, avec $h = 10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, $S = 0,019 \text{ m}^2$, $m = 0,19 \text{ kg}$, $c_Y = 2,5 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, $\theta_0 = 30^\circ\text{C}$, $\theta_{\text{réfri}} = 4,0^\circ\text{C}$.

Q4. Modes de transfert thermique

RÉPONSE

Les trois modes sont la **conduction**, la **convection** et le **rayonnement**.

Q5. Flux thermique initial Φ_0 et son évolution

$$\Phi_0 = h S (\theta_0 - \theta_{\text{réfri}}) = 10 \times 0,019 \times (30 - 4,0) = 10 \times 0,019 \times 26 \approx 4,9 \text{ W}.$$

RÉPONSE

$\Phi_0 \approx 4,9 \text{ W}$. Au cours du temps, le système se refroidit : θ diminue, donc l'écart $(\theta - \theta_{\text{réfri}})$ diminue. Le flux thermique cédé **diminue** au cours du temps.

Q6. Température finale et énergie perdue

Après un temps très long, $\{P\}$ atteint l'équilibre thermique avec le réfrigérateur : $\theta \rightarrow \theta_{\text{réfri}} = 4,0^\circ\text{C}$. L'énergie thermique cédée vaut alors :

$$|Q| = m c_Y (\theta_0 - \theta_{\text{réfri}}) = 0,19 \times 2,5 \times 10^3 \times 26 \approx 1,2 \times 10^4 \text{ J} = 12 \text{ kJ}.$$

RÉPONSE

Température finale $\theta_{\text{réfri}} = 4,0^\circ\text{C}$; énergie thermique perdue $|Q| \approx 12 \text{ kJ}$.

Q7. Durée Δt_0 à puissance Φ_0 constante

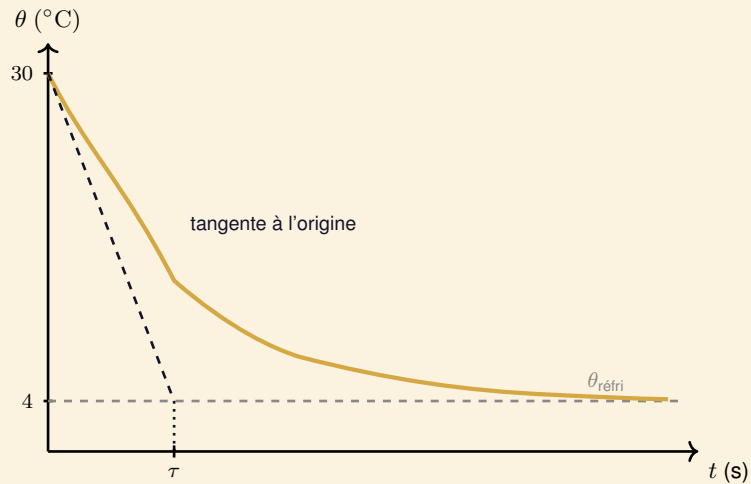
$$\Delta t_0 = \frac{|Q|}{\Phi_0} = \frac{1,235 \times 10^4}{4,94} \approx 2,5 \times 10^3 \text{ s} \quad (\approx 42 \text{ min}).$$

RÉPONSE

$\Delta t_0 \approx 2,5 \times 10^3 \text{ s}$.

Q8. Allure de $\theta(t)$ et détermination graphique de τ

RÉPONSE



La température décroît exponentiellement de $\theta_0 = 30\text{ °C}$ vers l'asymptote $\theta_{\text{réfri}} = 4\text{ °C}$. **Méthode graphique** : la *tangente à l'origine* coupe l'asymptote $\theta = \theta_{\text{réfri}}$ à l'abscisse $t = \tau$ (on peut aussi repérer l'instant où θ a effectué 63 % de sa variation totale).

Q9. Comparaison de τ et Δt_0

$$\tau = \frac{m c_Y}{h S} = \frac{0,19 \times 2,5 \times 10^3}{10 \times 0,019} = \frac{475}{0,19} = 2,5 \times 10^3 \text{ s.}$$

RÉPONSE

On trouve $\tau \approx 2,5 \times 10^3 \text{ s}$, soit **la même valeur** que Δt_0 . Ce n'est pas un hasard :

$$\Delta t_0 = \frac{|Q|}{\Phi_0} = \frac{m c_Y (\theta_0 - \theta_{\text{réfri}})}{h S (\theta_0 - \theta_{\text{réfri}})} = \frac{m c_Y}{h S} = \tau.$$

Commentaire. Δt_0 a été calculée en supposant le flux constant et *maximal* (Φ_0) pendant toute la durée. En réalité, le flux *diminue* : le refroidissement complet prend bien plus longtemps que τ (de l'ordre de 5τ). $\Delta t_0 = \tau$ n'est donc qu'une **estimation minorée** de la durée réelle.

Exercice 3 — Le satellite TESS

(5 pts)

Partie 1 — Étude du système « TOI 270 »

RAPPEL DE COURS

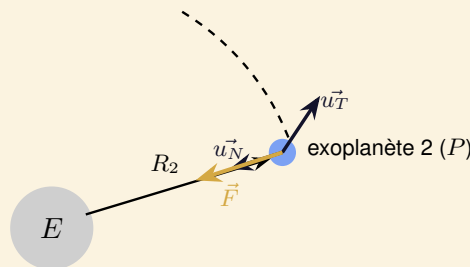
$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$; $R_1 = 6,77 \times 10^6 \text{ km}$; $R_2 = 1,08 \times 10^7 \text{ km}$; $T_2 = 11,4 \text{ jours}$;
 $r_E = 2,63 \times 10^5 \text{ km}$; $M_E = 7,68 \times 10^{29} \text{ kg}$. Petits angles : $\sin \alpha = \tan \alpha = \alpha$.

Q1. Force d'attraction gravitationnelle

L'étoile E attire l'exoplanète 2 ; la force est dirigée de l'exoplanète vers E, c'est-à-dire selon \vec{u}_N (vecteur normal du repère de Frenet, orienté vers le centre).

RÉPONSE

$$\vec{F} = G \frac{M_E M_2}{R_2^2} \vec{u}_N.$$

Q2. Vitesse v_2 de l'exoplanète 2

MÉTHODE

Mouvement circulaire uniforme : l'accélération est centripète, $\vec{a} = \frac{v_2^2}{R_2} \vec{u}_N$. On applique la deuxième loi de Newton et on projette sur \vec{u}_N .

$$M_2 \vec{a} = \vec{F} \implies M_2 \frac{v_2^2}{R_2} = G \frac{M_E M_2}{R_2^2} \iff v_2^2 = \frac{G M_E}{R_2}.$$

RÉPONSE

$$v_2 = \sqrt{\frac{G M_E}{R_2}}.$$

Q3. Expression de la masse M_E

Le mouvement étant circulaire uniforme de période T_2 : $v_2 = \frac{2\pi R_2}{T_2}$. En reportant dans $v_2^2 = \frac{G M_E}{R_2}$:

$$\left(\frac{2\pi R_2}{T_2}\right)^2 = \frac{G M_E}{R_2} \iff \frac{4\pi^2 R_2^2}{T_2^2} = \frac{G M_E}{R_2} \iff \frac{4\pi^2 R_2^3}{T_2^2} = G M_E.$$

RÉPONSE

$$M_E = \frac{4\pi^2 R_2^3}{G T_2^2}.$$

Q4. Vérification de la valeur de M_E

$$R_2 = 1,08 \times 10^{10} \text{ m et } T_2 = 11,4 \times 86\,400 = 9,85 \times 10^5 \text{ s.}$$

$$M_E = \frac{4\pi^2 \times (1,08 \times 10^{10})^3}{6,67 \times 10^{-11} \times (9,85 \times 10^5)^2} \approx \frac{4,97 \times 10^{31}}{6,47 \times 10^1} \approx 7,7 \times 10^{29} \text{ kg.}$$

RÉPONSE

$M_E \approx 7,7 \times 10^{29} \text{ kg}$: la valeur est bien **voisine** de celle du tableau ($7,68 \times 10^{29} \text{ kg}$).

Q5. Période T_1 par la troisième loi de Kepler**MÉTHODE**

Les deux exoplanètes orbitent autour de la même étoile : la troisième loi de Kepler donne $\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3}$.

$$T_1^2 = T_2^2 \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^3 \iff T_1 = T_2 \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^{3/2}.$$

$$T_1 = 11,4 \times \left(\frac{6,77 \times 10^6}{1,08 \times 10^7} \right)^{3/2} = 11,4 \times (0,627)^{3/2} = 11,4 \times 0,496 \approx 5,7 \text{ jours.}$$

RÉPONSE

$T_1 \approx 5,7$ jours terrestres.

Partie 2 — Mesure expérimentale de la période T_1 **Q6. Influence de la taille de l'exoplanète sur ΔP_{lum}** **RÉPONSE**

Puisque $\Delta P_{\text{lum}} = \left(\frac{r_1}{r_E} \right)^2$, plus l'exoplanète est **grande** (rayon r_1 élevé), plus elle occulte une fraction importante de l'étoile : la diminution ΔP_{lum} de la puissance lumineuse relative est **d'autant plus grande**.

Q7. Vérification du rayon r_1

D'après la figure 3, le creux passe de 1 à $\approx 0,996$, soit $\Delta P_{\text{lum}} \approx 4 \times 10^{-3}$. De $\Delta P_{\text{lum}} = \left(\frac{r_1}{r_E} \right)^2$:

$$r_1 = r_E \sqrt{\Delta P_{\text{lum}}} = 2,63 \times 10^5 \times \sqrt{4 \times 10^{-3}} = 2,63 \times 10^5 \times 6,3 \times 10^{-2} \approx 1,7 \times 10^4 \text{ km.}$$

RÉPONSE

$r_1 \approx 1,7 \times 10^4 \text{ km}$: la valeur est bien vérifiée.

Q8. Estimation de la période T_1 par la méthode des transits**MÉTHODE**

Pendant le transit, l'exoplanète 1 balaie, vue depuis E, un angle 2α (figure 2). Le mouvement étant uniforme, cet angle est parcouru proportionnellement au temps :

$$\frac{2\alpha}{2\pi} = \frac{\Delta t_{\text{transit}}}{T_1} \implies T_1 = \frac{\pi \Delta t_{\text{transit}}}{\alpha}.$$

L'angle α (très petit) se déduit de la géométrie : au début et à la fin du transit, le centre de l'exoplanète est décalé de $(r_E + r_1)$ par rapport à l'axe E-caméra, soit $\sin \alpha \approx \alpha = \frac{r_E + r_1}{R_1}$.

Angle α .

$$\alpha = \frac{r_E + r_1}{R_1} = \frac{2,63 \times 10^5 + 1,7 \times 10^4}{6,77 \times 10^6} \approx 4,1 \times 10^{-2} \text{ rad} \quad (\ll 1 \text{ rad}).$$

Durée du transit (figure 3, de $t_i \approx -0,9 \text{ h}$ à $t_f \approx +0,9 \text{ h}$) : $\Delta t_{\text{transit}} = t_f - t_i \approx 1,8 \text{ h} = 6,5 \times 10^3 \text{ s}$.

$$T_1 = \frac{\pi \Delta t_{\text{transit}}}{\alpha} = \frac{\pi \times 6,5 \times 10^3}{4,1 \times 10^{-2}} \approx 5,0 \times 10^5 \text{ s} \approx 5,7 \text{ jours}.$$

RÉPONSE

$T_1 \approx 5 \times 10^5 \text{ s} \approx 5,7 \text{ jours}$.

Commentaire. Cette valeur expérimentale est en **bon accord** avec celle obtenue par la troisième loi de Kepler (Q5 : $\approx 5,7 \text{ jours}$), compte tenu des incertitudes de lecture graphique. La méthode des transits permet donc bien de retrouver la période de révolution de l'exoplanète.