Francis Brunel © 2022
Tous droits réservés

Épreuve 2015
Mathématiques & Physique
(concours ENAC GSEA/TSEEAC)

Solutions proposés par : Francis Brunel*

Préambule

Ce document propose le corrigé de l'épreuve de Mathématiques & Physique du concours GSEA/TSEEAC 2015. La correction est proposée dans le détail et chacun pourra, je l'espère, y trouver ce qu'il cherche pour optimiser sa préparation.

Précisons que le contenu de ce fichier est le résultat de mon travail uniquement. Ainsi, il est important de noter que ce document n'engage en rien l'ENAC.

Afin d'améliorer cet outil, je serai très reconnaissant de bénéficier de vos remarques et suggestions. Vous pouvez me les transmettre à l'adresse suivante :

contact@annales-enac.fr

*Auteur de l'ouvrage : Annales corrigées du concours GSEA/TSEEAC.

Corrigé 2015

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CD	B	AD	D	D	AC	CD	D	A	B	C	C	C	E	AB

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
AD	AB	CD	B	C	A	C	D	C	AD	D	B	BD	C	A

Question 1 : C et D
Par définition, l'écriture exponentielle d'un complexe z, si elle existe, est de la forme : $\{z = re^{i\theta}\}$ avec $r > 0$ et $\theta \in \mathbb{R}$.
Ainsi :

$$\begin{aligned} z &= -1 + i\sqrt{3} \\ &= 2\left(-\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \\ &= 2e^{i\frac{2\pi}{3}} \\ &= 2e^{-i\frac{4\pi}{3}} \end{aligned}$$

Question 2 : B

$$\begin{aligned} z^{-1} &= \left(2e^{i\frac{2\pi}{3}}\right)^{-1} = \frac{1}{2}e^{-i\frac{2\pi}{3}} \\ &= \frac{1}{2}\left(-\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \\ &= -\frac{1}{4} - i\frac{\sqrt{3}}{4} \end{aligned}$$

Question 3 : A et D

$$\begin{aligned} z^2 &= \left(2e^{i\frac{2\pi}{3}}\right)^{2} = 4e^{i\frac{4\pi}{3}} \\ &= 4\left(-\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \\ &= -2 - 2\sqrt{3}i \end{aligned}$$

Et :

$$z^3 = \left(2e^{i\frac{2\pi}{3}}\right)^{3} = 8e^{i\frac{6\pi}{3}} = 8$$

Question 4 : D

$$\begin{aligned} J_1 &= \int_0^1 \frac{t}{1+t^2}\,\mathrm{d}t \\ &= \left[\frac{1}{2}\ln\left(1+T^2\right)\right]_0^1 \\ &= \frac{1}{2}\Big[\ln(2) - \ln(1)\Big] \\ &= \frac{\ln(2)}{2} \end{aligned}$$

Question 5 : D
Soit $n \in \mathbb{N}$:

$$\begin{aligned}
J_n + J_{n+2} &= \int_0^1 \frac{t^n}{1+t^2}\,\mathrm{d}t + \int_0^1 \frac{t^{n+2}}{1+t^2}\,\mathrm{d}t \\
&= \int_0^1 \frac{t^n + t^{n+2}}{1+t^2}\,\mathrm{d}t \\
&= \int_0^1 \frac{t^n\left(1+t^2\right)}{1+t^2}\,\mathrm{d}t \\
&= \int_0^1 t^n\,\mathrm{d}t \\
&= \left[\frac{1}{n+1}T^{n+1}\right]_0^1 \\
&= \frac{1}{n+1}
\end{aligned}$$

Question 6 : A et C
D'après la question précédente :

$$J_3 + J_1 = J_{1+2} + J_1 = \frac{1}{1+1} = \frac{1}{2}$$

Ainsi :

$$\begin{aligned}
J_3 &= \frac{1}{2} - J_1 \\
&= \frac{1}{2} - \frac{\ln(2)}{2} \\
&= \frac{1-\ln(2)}{2}
\end{aligned}$$

De la même manière :

$$J_5 + J_3 = \frac{1}{3+1} = \frac{1}{4}$$

D'où :

$$\begin{aligned}
J_5 &= \frac{1}{4} - J_3 \\
&= \frac{1}{4} - \frac{1-\ln(2)}{2} \\
&= \frac{1-2\left[1-\ln(2)\right]}{4} \\
&= \frac{-1+2\ln(2)}{4}
\end{aligned}$$

Question 7 : C et D

$$\begin{aligned}
\int_0^1 \frac{t+2t^3+2t^5}{1+t^2}\,\mathrm{d}t &= J_1 + 2J_3 + 2J_5 \\
&= J_1 + 2\left(J_3 + J_5\right) \\
&= \frac{\ln(2)}{2} + 2\times\frac{1}{4}
\end{aligned}$$

$$= \frac{\ln(2)+1}{2}$$
$$= \frac{\ln(2)+\ln(e)}{2}$$
$$= \ln\left(\sqrt{2e}\right)$$

Question 8 : D
Soit $n \in \mathbb{N}$:

$$J_{n+1} - J_n = \int_0^1 \frac{t^{n+1} - t^n}{1+t^2}\,\mathrm{d}t \leqslant \int_0^1 \frac{t^n - t^n}{1+t^2}\,\mathrm{d}t = 0$$

Ainsi, $(J_n)_{n\in\mathbb{N}}$ est décroissante.
De plus, en tant qu'intégrale d'une fonction positive, $J_n \geqslant 0$.
Conclusion, $(J_n)_{n\in\mathbb{N}}$ est décroissante et minorée par 0, donc convergente.
Question 9 : A
D'après la question précédente, $(J_n)_{n\in\mathbb{N}}$ converge. Notons l sa limite, où l est finie.
On a alors :

$$J_n \underset{n\to+\infty}{\longrightarrow} l$$

Mais $\forall n \in \mathbb{N}$:

$$J_{n+2} + J_n = \frac{1}{n+1} \underset{n\to+\infty}{\longrightarrow} 0$$

D'où :

$$2l = 0 \Rightarrow l = 0$$

Question 10 : B
En traduisant l'énoncé on obtient, $\forall n \in \mathbb{N}$:

$$\begin{aligned} G_{n+1} &= 0,5G_n \times (1 - 0,4) + 0,5G_n + 100 \\ &= 0,6 \times 0,5G_n + 0,5G_n + 100 \\ &= 0,8G_n + 100 \end{aligned}$$

Question 11 : C
Au vu de l'expression de G_n déterminée à la question précédente, on propose :

$$\{H_n : G_n = 500 \times 0,8^n + 500\}$$

Vérifions H_0 :

$$G_0 = 500 \times 0,8^0 + 500 = 1\,000$$

Oui, c'est vrai, l'énoncé indique que la population initiale de grenouille est de 1 000.
Supposons maintenant H_n vraie. Soit $n \in \mathbb{N}$:

$$\begin{aligned} G_{n+1} &= 0,8G_n + 100 \\ &= 0,8\,(500 \times 0,8^n + 500) + 100 \\ &= 500 \times 0,8^{n+1} + 0,8 \times 500 + 100 \\ &= 500 \times 0,8^{n+1} + 500 \end{aligned}$$

Ainsi, H_{n+1} est vraie. La récurrence est donc vérifiée. Conclusion, $\forall n \in \mathbb{N}$:

$$G_n = 500 \times 0,8^n + 500$$

Question 12 : C
Soit $n \in \mathbb{N}$:

$$G_n = 500 \times 0,8^n + 500 \underset{n \to +\infty}{\longrightarrow} 500$$

$$\left(\text{car } 0,8 < 1 \Rightarrow 0,8^n \underset{n \to +\infty}{\longrightarrow} 0\right)$$

Question 13 : C
L'équation paramétrique de la droite (AB) est :

$$\left\{\begin{array}{lcl} x & = & (x_b - x_a)t + x_a \\ y & = & (y_b - y_a)t + y_a \\ z & = & (z_b - z_a)t + z_a \end{array}\right. \quad t \in \mathbb{R} \quad \Rightarrow \left\{\begin{array}{lcl} x & = & (-1-1)t + 1 \\ y & = & (-2-2)t + 2 \\ z & = & (5-3)t + 3 \end{array}\right. \quad t \in \mathbb{R}$$

$$\Rightarrow \left\{\begin{array}{lcl} x & = & 1 - 2t \\ y & = & 2 - 4t \\ z & = & 3 + 2t \end{array}\right. \quad t \in \mathbb{R}$$

Question 14 : E
Soit M de coordonnées $(x, y, z) \in \mathbb{R}^3$ un point du plan médiateur (P) du segment $[AB]$. On a alors :

$$AM = BM$$
$$\Leftrightarrow \sqrt{(x - x_A)^2 + (y - y_A)^2 + (z - z_A)^2} = \sqrt{(x - x_B)^2 + (y - y_B)^2 + (z - z_B)^2}$$
$$\Leftrightarrow (x - x_A)^2 + (y - y_A)^2 + (z - z_A)^2 = (x - x_B)^2 + (y - y_B)^2 + (z - z_B)^2$$
$$\Leftrightarrow (x - 1)^2 + (y - 2)^2 + (z - 3)^2 = (x + 1)^2 + (y + 2)^2 + (z - 5)^2$$
$$\Leftrightarrow \cancel{x^2} + \cancel{1} - 2x + \cancel{y^2} + \cancel{4} - 4y + \cancel{z^2} + 9 - 6z = \cancel{x^2} + \cancel{1} + 2x + \cancel{y^2} + \cancel{4} + 4y + \cancel{z^2} + 25 - 10z$$
$$\Leftrightarrow 4x + 8y - 4z + 16 = 0$$
$$\Leftrightarrow x + 2y - z + 4 = 0$$

On constate que le symbole logique entre la deuxième et la troisième ligne est bien «$\Leftrightarrow$» , justifié par le fait que les deux quantités en troisième ligne sont positives.

Question 15 : A et B
Soit $\overrightarrow{n}$ le vecteur normal au plan (P). D'après la question précédente, $\overrightarrow{n} = (1, 2, -1)$.
Soit $\overrightarrow{n}' = (a, b, c) \in \mathbb{R}^3$ le vecteur normal au plan (P'). On a :

$$\overrightarrow{n} \perp \overrightarrow{n}'$$
$$\Leftrightarrow \overrightarrow{n}.\overrightarrow{n}' = 0$$
$$\Leftrightarrow a + 2b - c = 0$$

Testons si, dans l'équation proposée en réponse A, les coordonnées du vecteur normal à (P') répondent à cette exigence :

$$a + 2b + c = 5 + 2 \times (-3) - (-1) = 5 - 6 + 1 = 0$$

Ainsi la première réponse est une bonne candidate. On teste alors si les points C et D vérifient l'équation proposée :

Pour C :

$$5x_C - 3y_C - z_C + 2 = 5 - 3 \times 3 - (-2) + 2 = 5 - 9 + 2 + 2 = 0$$

Pour D :

$$5x_D - 3y_D - z_D + 2 = 0 - 3 \times 0 - 2 + 2 = 0$$

Les points C et D appartiennent donc au plan décrit en réponse A. Ainsi, la droite (CD) appartient au plan décrit en réponse A.
Conclusion, ce plan contient la droite (CD) et est perpendiculaire à (P). La réponse A est donc juste.
De plus, on constate que l'équation proposée en réponse B est identique à l'équation en réponse A. Ainsi, la réponse B est également juste.

Question 16 : A et D

La hauteur est la fréquence du fondamental. Le timbre est le nombre d'harmoniques ainsi que leur amplitude. Ici, on constate que la fréquence du fondamental est identique, mais que l'amplitude des harmoniques diffère. Ces deux sons ont donc une hauteur identique et un timbre différent.

Question 17 : A et B

Deux harmoniques d'un son ont pour fréquence $1,76$ kHz et $2,20$ kHz. Notons que ces harmoniques ne sont pas forcément successives. Cela signifie qu'il existe $(n, m) \in \mathbb{N}^2$ tels que :

$$1,76 \times 10^3 = nf_0$$
$$2,20 \times 10^3 = mf_0$$

Où f_0 est la fréquence du fondamental.
Autrement dit :

$$2,20 \times 10^3 - 1,76 \times 10^3 = (m-n)f_0$$
$$\Leftrightarrow f_0 = \frac{2,20 - 1,76}{m-n} 10^3$$
$$\Leftrightarrow f_0 = \frac{440}{p} \quad (\text{où } p = (m-n) \in \mathbb{N}^*)$$

Ainsi :

$$p = 1 \Rightarrow f_0 = 440 \text{ Hz}$$
$$\text{ou } p = 2 \Rightarrow f_0 = 220 \text{ Hz}$$
$$\text{ou } p = 3 \Rightarrow f_0 \simeq 147 \text{ Hz}$$
$$\text{ou } p = 4 \Rightarrow f_0 = 110 \text{ Hz}$$
$$...$$

La fréquence du fondamental peut donc être 440 Hz, ou 220 Hz, ou 147 Hz, etc...

Question 18 : C et D

On a pour une onde sonore, d'après le cours :

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Où «λ» est la longueur d'onde (en m), «c» est la vitesse de l'onde (en m/s) et «f» est la fréquence de l'onde (en Hz). On rappelle que la fréquence de l'onde est la fréquence du fondamental «f_0». De plus, l'énoncé indique que $c = 340$ m/s.

A partir des résultats de la question précédente, on a :

$$f_0 = 440 \text{ Hz} \Rightarrow \lambda = \frac{c}{440} = \frac{340}{440} \simeq 0,77 \text{ m}$$
$$\text{ou } f_0 = 220 \text{ Hz} \Rightarrow \lambda = \frac{c}{220} = \frac{340}{220} \simeq 1,55 \text{ m}$$
$$\text{ou } f_0 = 147 \text{ Hz} \Rightarrow \lambda \simeq \frac{c}{147} = \frac{340}{147} \simeq 2,31 \text{ m}$$
$$\ldots$$

La longueur d'onde peut donc être égale à $0,77$ m, ou $1,55$ m, ou $2,31$ m, etc...

Question 19 : B

On rappelle la définition du niveau sonore L (en dB) :

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

Avec «I» l'intensité sonore, ou puissance reçue par unité de surface (en W/m^2), et «I_0» l'intensité sonore de référence ($I_0 = 10^{-12}$ W/m^2). Ici, l'énoncé indique $L = 100$ dB.
En ajoutant un haut parleur identique, on multiplie l'intensité sonore par deux. Soit I' la nouvelle intensité sonore (en W/m^2), et L' le nouveau niveau sonore (en dB). On a alors :

$$\begin{aligned} L' &= 10 \log \left(\frac{I'}{I_0} \right) \\ &= 10 \log \left(\frac{2I}{I_0} \right) \\ &= 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) + 10 \log (2) \\ &= L + 10 \log (2) \end{aligned}$$

L'énoncé indique $0,301 < \log(2) < 0,302$. Ainsi :

$$L + 10 \times 0,301 < L' < L + 10 \times 0,302$$
$$\Leftrightarrow 103,01 < L' < 103,02$$

Question 20 : C

On cherche le nouveau niveau sonore L'' qui correspond aux mêmes conditions d'expérience que précédemment, excepté l'éloignement du capteur qui passe de 1 m à 10 m. On a :

$$L'' = 10 \log \left(\frac{I''}{I_0} \right)$$

Où «I''» est la nouvelle intensité sonore à 10 m (en W/m^2).
Comme décrit précédemment, l'intensité sonore «I''» est une puissance reçue par unité de surface (en W/m^2). Elle vaut :

$$I'' = \frac{P}{S''}$$

Où «P» est la puissance sonore (en W) du haut-parleur, et «S''» la surface sur laquelle se répartie l'intégralité de cette puissance. Intuitivement, on peut imaginer que lorsque l'on passe d'une distance de 1 m à 10 m, la puissance sonore issue du haut parleur reste égale (puisque le haut-parleur est réglé de la même façon), mais se répartie sur une surface supérieure. Notons S la surface sonore initiale (haut parleur à 1 m) et S'' la nouvelle surface (haut parleur à 10 m).
On rappelle que la surface d'une sphère de centre O et de rayon r (en m) vaut :

$$S_0 = 4\pi r^2$$

Ainsi :

$$S = 4\pi \times 1$$
$$S'' = 4\pi \times 10^2$$

D'où :

$$S'' = 100S$$

Revenons à l'intensité sonore :

$$I'' = \frac{P}{S''} = \frac{P}{100S} = \frac{I}{100}$$

Alors :

$$\begin{aligned} L'' &= 10\log\left(\frac{I''}{I_0}\right) \\ &= 10\log\left(\frac{I}{100I_0}\right) \\ &= 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right) - 10\log(100) \\ &= L - 10 \times 2 \\ &= 100 - 20 \\ &= 80 \text{ dB} \end{aligned}$$

Question 21 : A
Pour cette question, il n'est pas nécessaire de ressortir la formule de l'effet Doppler. Il suffit de se rappeler de son enseignement. Lorsque l'on entend la sirène des pompiers approchant, elle est perçue plus aigüe (fréquence élevée) que ce qu'elle est réellement. Lorsque l'on entend la sirène des pompiers s'éloignant, elle est perçue plus grave (fréquence basse) qu'elle ne l'est réellement. Ainsi, pour notre cas, la fréquence de l'onde que reçoit l'auditeur va être inférieure à la fréquence du fondamental déterminée Question 17 (soit pour rappel 440 Hz, ou 220 Hz, etc...). Conclusion, la seule fréquence proposée compatible avec ces conditions est 400 Hz.
Question 22 : C
D'après le cours, dans le cas où les angles de diffractions sont petits, on admet que :

$$\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a}$$

Où «L» est la largeur de la tâche centrale (en m), «D» la distance entre l'obstacle (ou la fente) et l'écran d'observation (en m), «λ» la longueur d'onde de l'onde incidente (en m), et «a» la largeur de l'obstacle (ou de la fente) (en m). A partir des données de l'énoncé, on a ici :

$$\frac{10^{-2}}{2 \times 1} = \frac{600 \times 10^{-9}}{a}$$
$$\Rightarrow a = \frac{600 \times 10^{-9} \times 2}{10^{-2}} = 1,2 \times 10^{-4} \text{ m} = 120 \ \mu\text{m}$$

Question 23 : D
On assimile la trajectoire des satellites Titan et Japet à des cercles de centre la planète Saturne. Dans ce cas, le périmètre P_J de Japet vaut :

$$\begin{aligned}P_J &= 2\pi R_J\\ &= 2\pi \times 3\,561 \times 10^3\\ &\simeq 22,94 \times 10^6 \text{ km}\end{aligned}$$

L'énoncé indique la période de révolution de Japet autour de Saturne $T_J = 79,331$ j. On a alors la vitesse moyenne suivante :

$$\begin{aligned}\text{v} &= \frac{P_j}{T_j}\\ &= \frac{2\pi \times 3\,561 \times 10^3}{79,331} \text{ km/j}\\ &= \frac{2\pi \times 3\,561 \times 10^3}{79,331 \times 24} \text{ km/h}\\ &\simeq 12\,048 \text{ km/h}\end{aligned}$$

Question 24 : C

D'après la troisième loi de Kepler on a :

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{ constante}$$

Où «T» est la période de révolution d'un satellite, et «a» son rayon orbital. En introduisant T_T la période de révolution de Titan (en jours), et R_T son rayon orbital (en km), on obtient :

$$\frac{T_T^2}{R_T^3} = \text{ constante} = \frac{T_J^2}{R_J^3}$$

D'où :

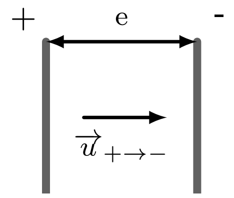
$$\begin{aligned}T_T^2 &= \frac{R_T^3 \times T_J^2}{R_J^3}\\ \Rightarrow T_T &= T_J \times \left(\frac{R_T}{R_J}\right)^{\frac{3}{2}}\\ &= 79,331 \times \left(\frac{1\,222 \times 10^3}{3\,561 \times 10^3}\right)^{\frac{3}{2}}\\ &\simeq 16 \text{ j}\end{aligned}$$

Question 25 : A et D

On rappelle l'expression de la force électrique $\overrightarrow{F}$:

$$\overrightarrow{F} = q\overrightarrow{E} = q\frac{U}{e}\overrightarrow{u}_{+\rightarrow-}$$

Où «q» est la charge de la particule (en Coulomb), «U» le potentiel électrique entre les deux plaques (en Volts), «e» la distance entre les plaques (en m) et «$\overrightarrow{u}_{+\rightarrow-}$» le vecteur unité, orienté perpendiculairement aux plaques, dirigé vers les potentiels décroissants.



Ainsi, une particule chargée négativement, initialement au repos, comme l'électron présenté ici, se dirigera de la plaque au potentiel le plus faible vers la plaque au potentiel le plus élevé. Calculons maintenant l'intensité de la force $\overrightarrow{F}_e$ que subi cet électron :

$$\begin{aligned}\|\overrightarrow{F}_e\| &= \left\|q\frac{U}{e}\overrightarrow{u}_{+\to-}\right\| \\ &= |q|\,\frac{U}{e} \\ &= 1,6\times10^{-19}\times\frac{10}{1\times10^{-2}} \\ &= 1,6\times10^{-16}\ \text{N}\end{aligned}$$

Question 26 : D
Calculons l'énergie mécanique de la particule chargée :

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}m\text{v}^2 + q\text{V}$$

Où «E_c» est l'énergie cinétique de la particule (en Joules), «E_p» l'énergie potentielle (en Joules), «m» la masse de la particule (en kg), «v» sa vitesse (en m.s^{-1}), «q» sa charge électrique (en Coulomb) et «V» le potentiel électrostatique (en Volts).

Prenons l'hypothèse d'absence de frottements. Alors, le système ne subi pas de forces non conservatrices. Ainsi, la loi de conservation de l'énergie mécanique est applicable et donne, entre le départ de la particule de la plaque au potentiel plus faible à vitesse nulle, et l'arrivée de la particule sur la plaque opposée :

$$\begin{aligned}&\Delta E_m = 0 \\ &\Rightarrow \Delta E_c + \Delta E_p = 0 \\ &\Rightarrow \frac{1}{2}m\text{v}^2 - \frac{1}{2}m\times0^2 + q\left(\text{V}_+ - \text{V}_-\right) = 0 \\ &\Rightarrow \frac{1}{2}m\text{v}^2 + qU = 0 \\ &\Rightarrow \text{v}^2 = \frac{-2qU}{m} \\ &\Rightarrow \text{v} = \sqrt{\frac{-2qU}{m}} \\ &= \sqrt{\frac{-2\times-1,6\times10^{-19}\times10}{9,1\times10^{-31}}} \\ &\simeq 2\times10^{6}\ \text{m.s}^{-1}\end{aligned}$$

Question 27 : B
D'après le cours :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Où «T» est la période du pendule (en s), «L» la longueur du fil (en m), et «g» la constante gravitationnelle (en N/kg).
Question 28 : B et D
On cherche :

$$T = 2$$
$$\Leftrightarrow 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2$$
$$\Leftrightarrow L = \frac{g}{\pi^2} \simeq 1 \text{ m}$$

On constate que la période est totalement indépendante de la masse m du pendule.

Question 29 : C

On considère un objet en mouvement rectiligne uniforme dans un référentiel galiléen, à une vitesse comparable à celle de la lumière. Rappelons la formule de la dilatation des durées :

$$\Delta t' = \gamma \Delta t$$

Où «Δt» est la durée observée dans le référentiel où l'objet est immobile (en s), «$\Delta t'$» est la durée dans le référentiel où l'objet est en translation (en s), et «γ» le coefficient de dilatation temporelle (sans dimension).

La vitesse de la particule considérée ici vaut $\mathrm{v} = 0,9c$ d'après l'énoncé. Ainsi, la durée Δt (en s) pour que cette particule parcoure 1 m vaut, dans le référentiel lié à l'électron :

$$\Delta t = \frac{\text{distance parcourue (en m)}}{\text{v (en m/s)}} = \frac{1}{0,9c}$$

Alors, la durée $\Delta t'$ (en s) pour que la particule parcoure 1 m dans le référentiel terrestre (en translation par rapport à la particule), vaut :

$$\Delta t' = \gamma \Delta t$$
$$= \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\mathrm{v}^2}{c^2}}} \times \frac{1}{0,9c}$$
$$= \frac{1}{\sqrt{1 - 0,9^2}} \times \frac{1}{0,9 \times 3 \times 10^8}$$
$$= \frac{1}{\sqrt{0,19}} \times \frac{1}{2,7 \times 10^8}$$

Ainsi, d'après les données numériques fournies par l'énoncé :

$$\frac{2,29}{2,7 \times 10^8} < \Delta t' < \frac{2,30}{2,7 \times 10^8}$$
$$\Rightarrow 0,8 \times 10^{-8} < \Delta t' < 0,9 \times 10^{-8}$$
$$\Rightarrow 8 \text{ ns } < \Delta t' < 9 \text{ ns}$$

Question 30 : A

Comme constaté dans la question précédente :

$$\Delta t = \frac{\text{distance parcourue (en m)}}{\text{v (en m/s)}}$$
$$= \frac{1}{0,9c} = \frac{1}{2,7 \times 10^8} \simeq 0,37 \times 10^{-8} \text{ s} = 3,7 \text{ ns}$$