

ECOLE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE
CONCOURS EXTERNE DE RECRUTEMENT
DES TECHNICIENS SUPERIEURS DES ETUDES ET DE
L'EXPLOITATION DE L'AVIATION CIVILE

SESSION 2008

(T.S.E.E.A.C.)

MATHEMATIQUES & PHYSIQUE

(EPREUVE OPTIONNELLE OBLIGATOIRE)

Durée : 3 heures

Coefficient : 6

Ce sujet comporte :

1 page de garde

2 pages d'instructions pour remplir le QCM

10 pages de sujet composé de deux parties:

> 1^{ers} sous-épreuve - Mathématiques : de la page M1 à M5 (15 questions de 1 à 15)

> 2^{eme} sous-épreuve - Physique : de la page P1 à P5 (15 questions de 16 à 30)

Toutes les questions sont obligatoires

Calculatrice autorisée

ÉPREUVE OPTIONNELLE OBLIGATOIRE DE MATHÉMATIQUE DE PHYSIQUE

A LIRE TRÈS ATTENTIVEMENT

L'épreuve de physique de ce concours est un questionnaire à choix multiple qui sera corrigé automatiquement par une machine à lecture optique.

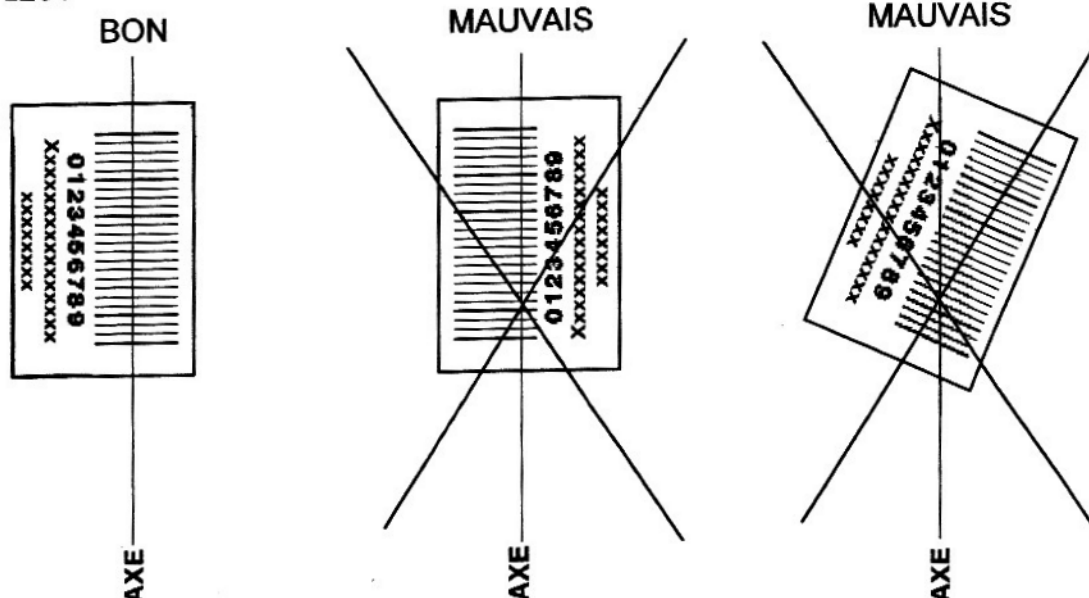
ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

1) Vous devez coller dans la partie droite prévue à cet effet, l'étiquette correspondant à l'épreuve que vous passez, c'est-à-dire épreuve de physique (voir modèle ci-dessous).

POSITIONNEMENT DES ÉTIQUETTES

Pour permettre la lecture optique de l'étiquette, le trait vertical matérialisant l'axe de lecture du code à barres (en haut à droite de votre QCM) doit traverser la totalité des barres de ce code.

EXEMPLES :



Pour remplir ce QCM, vous devez utiliser un STYLO BILLE ou une POINTE FEUTRE de couleur NOIRE.

Utilisez le sujet comme brouillon et ne retranscrivez vos réponses qu'après vous être relu soigneusement.

Votre QCM ne doit pas être souillé, froissé, plié, écorné ou porter des inscriptions superflues, sous peine d'être rejeté par la machine et de ne pas être corrigé.

5) Cette épreuve comporte 40 questions, certaines, de numéros consécutifs, sont

liées. La liste des questions est donnée au début du texte du sujet lui même

Chaque question comporte au plus deux réponses exactes.

ÉCOLE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE
TSEEAC 2008

6) A chaque question numérotée entre 1 et 40, correspond sur la feuille-réponses une ligne de cases qui porte le même numéro (les lignes de 41 à 100 sont neutralisées). Chaque ligne comporte 5 cases A, B, C, D, E. Pour chaque ligne numérotée de 1 à 40, vous vous trouvez en face de 4 possibilités :

- ▶ soit vous décidez de ne pas traiter cette question,
la ligne correspondante doit rester vierge.
- ▶ soit vous jugez que la question comporte une seule bonne réponse,
vous devez noircir l'une des cases A, B, C, D.
- ▶ soit vous jugez que la question comporte deux réponses exactes,
vous devez noircir deux des cases A, B, C, D et deux seulement.
- ▶ soit vous jugez qu'aucune des réponses proposées A, B, C, D n'est bonne,
vous devez alors noircir la case E.

Attention toute réponse fausse peut entrainer pour la question correspondante une pénalité dans la note

7) EXEMPLES DE RÉPONSES

Exemple I : Question 1 :

Pour une mole de gaz réel :

- A) $\lim_{P \rightarrow 0} (PV) = RT$, quelle que soit la nature du gaz.
B) $PV = RT$ quelles que soient les conditions de pression et température.
C) Le rapport des chaleurs massiques dépend de l'atomicité.
L'énergie interne ne dépend que de la température.

Exemple II : Question 2 :

Pour un conducteur ohmique de conductivité électrique σ , la forme locale de la loi d'OHM est :

- A) $\vec{j} = \frac{\vec{E}}{\sigma}$ B) $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ C) $\vec{E} = \sigma^2 \vec{j}$ D) $\vec{j} = \sigma^2 \vec{E}$

Exemple III : Question 3 :

- A) Le travail lors d'un cycle monotherme peut être négatif
B) Une pompe à chaleur prélève de la chaleur à une source chaude et en restitue à la source froide.

C) Le rendement du cycle de CARNOT est $1 + \frac{T_2}{T_1}$.

D) Le phénomène de diffusion moléculaire est un phénomène réversible.

Vous marquerez sur la feuille réponse :

1 ☒ A ☐ B ☒ C ☐ D ☐ E

2 ☐ A ☒ B ☐ C ☐ D ☐ E

3 ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☒ E

AVERTISSEMENTS

Dans certaines questions, les candidats doivent choisir entre plusieurs valeurs numériques. Nous attirons leur attention sur les points suivants :

- 1 - Les résultats sont arrondis en respectant les règles habituelles (il est prudent d'éviter les arrondis - on des arrondis peu précis - sur les résultats intermédiaires).
 - 2 - Les valeurs fausses qui sont proposées sont suffisamment différentes de la valeur exacte pour que d'éventuelles différences d'arrondi n'entraînent aucune ambiguïté sur la réponse.
-

QUESTIONS LIEES

[1,2,3,4,5,6,7]

[8,9,10,11,12,13]

[14,15,16,17,18,19,20]

[21,22,23,24,25,26,27]

[28,29,30,31,32,33,34]

[35,36,37,38,39,40]

PARTIE 1

Le plan affine (P) est rapporté à un repère orthonormé. z est un élément de l'ensemble $\mathbb{C}$ des nombres complexes que l'on écrira sous la forme $z = x + iy$ où x et y sont des nombres réels.

On appelle M le point de (P) d'affixe le complexe z .

On considère la transformation F qui au nombre complexe z associe, lorsqu'elle existe, le complexe Z défini par $Z = F(z) = z^2 / (z + i)$

Question 1 : $F(z)$ est défini :

- A) pour tout z réel
- B) pour tout z imaginaire pur
- C) pour tout nombre complexe z différent de $-i$
- D) uniquement pour z réel

Question 2 : Les parties réelle X et imaginaire Y du nombre complexe $Z = F(z)$ s'écrivent :

- A) $X = x(x^2 + y^2 + 2x) / (x^2 + (y+1)^2)$
- B) $X = x(x^2 + y^2 + 2x) / (x^2 - (y+1)^2)$
- C) $Y = x(x^2 + y^2 + 2y) / (x^2 + (y+1)^2)$
- D) $Y = [y(x^2 + y^2) + y^2 - x^2] / [x^2 - (y+1)^2]$

Question 3 : L'ensemble des points M d'affixe z tels que $Z = F(z)$ soit imaginaire pur :

- A) ne contient aucun point
- B) est constitué uniquement de la droite d'équation $x = 0$ privé du point $-i$
- C) contient la droite d'équation $x = 0$
- D) contient le cercle de centre le point $(0, -1)$ et de rayon 1

Question 4 : L'ensemble des points M d'affixe z tels que $Z = F(z)$ soit réel

- A) contient le cercle de centre le point $(0, -1)$ et de rayon 1
- B) est l'ensemble des points qui vérifient l'équation $y(x^2 + y^2) + y^2 - x^2 = 0$
- C) contient la droite d'équation $x = 0$ privé du point $-i$
- D) ne contient aucun point

Question 5 : Les coordonnées polaires, module et argument, (r, θ) des points M d'affixe z tels que $Z = F(z)$ soit réel vérifient

A) $r = (1/\sin \theta) - 2 \sin \theta$

B) $r = 1$ et θ réel

C) $r = (1/\sin \theta) - \sin 2\theta$

D) $r = \sin \theta - \sin 2\theta$

PARTIE II

On considère la fonction/qui à x réel associe le réel $y = f(x) = (3x^2 + 6x - 1)/(x^2 + 2x - 3)$. On note C la courbe représentative de/dans un repère orthonormal.

Question 6: La fonction polynôme $x^2 + 2x - 3$

- A) n'admet qu'une seule racine $x = -3$
- B) admet deux racines de même signe
- C) n'admet pas de racine réelle
- D) admet une seule racine positive

Question 7 : La fonction/ est définie sur

- A) l'intervalle $]0, +\infty[$
- B) l'intervalle $]1, +\infty[$ uniquement
- C) les intervalles $] -\infty, -3[$, $] -3, 1[$, $]1, +\infty[$
- D) l'intervalle $] -\infty, +\infty[$

Question 8 : La dérivée f' de la fonction f , lorsqu'elle existe, est définie par

- A) $f'(x) = (3x + 3)/(x + 1)$
- B) $f'(x) = -(6x + 6)(2x + 2)/(x^2 + 2x - 3)^2$
- C) $f'(x) = -16(x + 1)/(x^2 + 2x - 3)^2$
- D) $f'(x) = -16(x + 1)/(x^2 + 2x - 3)^2$

Question 9: La fonction f

- A) est croissante sur l'intervalle $]-\infty, 1[$ et décroissante sur l'intervalle $]1, +\infty[$
- B) est décroissante sur l'intervalle $]-\infty, 1[$ et croissante sur l'intervalle $]1, +\infty[$
- C) est croissante sur les intervalles $]-\infty, -3[$ et $]-3, 1[$ et décroissante sur l'intervalle $]1, +\infty[$
- D) est décroissante sur les intervalles $]-\infty, -3[$ et $]-3, 1[$ et croissante sur l'intervalle $]1, +\infty[$

Question 10: La fonction f a pour limite

- A) 3 lorsque x tend vers $+\infty$ et vers $-\infty$
- B) 0 lorsque x tend vers $+\infty$ et vers $-\infty$
- C) $-\infty$ lorsque x tend vers 1 sur l'intervalle $]-3, 1[$
- D) $-\infty$ lorsque x tend vers 1 sur l'intervalle $]1, +\infty[$.

Question 11: La courbe représentative C

- A) est tangente à la droite d'équation $y = 3$ au point d'abscisse $x = -1$
- B) coupe l'axe des abscisses aux points d'abscisse $(-3 + 2\sqrt{3})/3$ et $(-3 - 2\sqrt{3})/3$
- C) coupe l'axe des ordonnées Oy au point d'ordonnée $y = 3$
- D) est tangente à la droite d'équation $y = 1$ au point d'abscisse $x = -1$

Question 12: La courbe représentative C

- A) n'admet pas d'asymptote
- B) n'admet que des asymptotes verticales
- C) admet la droite d'équation $y = 3$ comme asymptote horizontale et les droites d'équation $x = -1$ et $x = -3$ comme asymptotes verticales
- D) admet la droite d'équation $y = 1$ comme asymptote horizontale

Question 13: Le réel $y = f(x)$ lorsqu'il est défini, peut s'écrire

- A) $(a/(x-1)) + (b/(x+3))$ où a et b sont des constantes
- B) $(a/(x+1)) + (b/(x-3)) + c$ où a , b et c sont des constantes
- C) $(a/(x-1)) + (b/(x+3)) + c$ où les constantes a , b et c vérifient le système $c=3$, $a+b+c=6$ et $3a-b-3c=-1$
- D) $(a/(x+1)) + (b/(x-3)) + c$ où les constantes a , b et c vérifient le système

$$c-3, a+b+2c -6 \text{ et } 3a -b - 3c = -1$$

Question 14:

On note F une primitive de la fonction continue/définie sur l'intervalle $]1, +\infty[$ et on note $A(\lambda)$ l'aire délimitée par la courbe C représentative de f , son asymptote parallèle à l'axe des abscisses, si elle existe, et les droites d'équation $x=2$ et $x=\lambda$, où λ , est un réel strictement supérieur à 2. On a

- A) $F(x) = \ln\left(\frac{(x-1)}{(x+3)^2}\right) + 3x$ pour tout x appartenant à $]1, +\infty[$
- B) $F(x) = \ln\left(\frac{(x-1)}{(x+3)^2}\right)$ pour tout x appartenant à $]1, +\infty[$
- C) $A(\lambda) = F(\lambda) - F(2) = \ln\left(\frac{(\lambda-1)}{(\lambda+3)^2}\right) + \ln(25)$
- D) $A(\lambda) = \ln\left(\frac{(\lambda-1)}{(\lambda+3)^2}\right) - \ln(25)$

Question 15: $A(\lambda)$

- A) tend vers $+\infty$ lorsque λ tend vers $+\infty$
- B) tend vers $\ln(25)$ lorsque λ tend vers $+\infty$
- C) tend vers $-\ln(25)$ lorsque λ tend vers $+\infty$
- D) est égale à $2(\ln 5 - \ln 2)$ lorsque $\lambda = 5$

PARTIE PHYSIQUE

Banque de données :

Accélération de la pesanteur au niveau du sol terrestre: $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

Rayon du Soleil : $R_s = 7 \cdot 10^5 \text{ km}$

Masse du Soleil : $M_s = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Rayon de la Terre : $R_T = 6400 \text{ km}$

Rayon de la trajectoire terrestre : $R = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$

Distance Terre-Lune : $D = 380000 \text{ km}$

Vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Constante de Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Questions liées :

16-17-18-19-20

21-22-23-24

25-26-27-28-29-30

Question 16 :

On assimile le Soleil à une sphère de rayon R_s et de masse M_s , présentant une répartition de masse à symétrie sphérique.

La Terre et la Lune sont supposées sphériques, de rayons respectifs R_T et R_L , et de masses respectives M_T et M_L , avec $M_T = 81M_L$ et $R_T = \frac{11}{3}R_L$. La trajectoire du centre de la Terre est supposée être circulaire de rayon R autour du Soleil. Les centres de la Terre et de la Lune sont distants de D .

On note g_{0s} et g_s , respectivement, les champs de pesanteur dus au Soleil à la surface du Soleil et en un point de l'orbite terrestre autour du Soleil, et, g_{0T} et g_{0L} , respectivement, les champs de pesanteur dû à la Terre à sa surface et dû à la Lune à sa surface.

A) $g_{0s} = \frac{GM_T M_s}{R_s^2}$

B) $g_{0s} = 0,272 \text{N} \cdot \text{g}^{-1}$

C) $g_{0s} = \frac{GM_T M_s}{R_T^2}$

D) $g_{0s} = 0,272 \text{m/s}^2$

Question 17 :

A) $g_s = \frac{GM_s^2}{R_s^2}$

B) $g_{0s} = 5,93 \text{N} \cdot \text{g}^{-1}$

C) $g_{0s} = \frac{GM_s^2}{R_T^2}$

D) $g_{0s} = 0,272 \text{m/s}^2$

Question 18 :

A) $g_{0L} = \frac{M_L}{M_T} \frac{R_T^2}{R_L^2} g_{0T}$

B) $g_{0L} = \frac{M_L}{M_T} \frac{R_L^2}{R_T^2} g_{0T}$

C) $g_{0L} = 1,6 \text{N} \cdot \text{g}^{-1}$

D) $g_{0s} = 9 \text{mm/s}^2$

Question 19 :

Le mouvement de la Terre autour du Soleil étant uniforme, son vecteur accélération :

A) est nul.

B) est constant.

C) n'a qu'une composante radiale.

D) n'a qu'une composante tangentielle.

Question 20 :

Soit M , le point situé entre la Lune et la Terre, à la distance d du centre de la Terre, où la force d'interaction due à la Terre et la force d'interaction due à la Lune se compensent.

d vérifie (les équations sont données en unités S.I.) :

A) $d^2 - 81(d - D)^2 = 0$

B) $d^2 + 81(d - D)^2 = 0$

C) $d = \frac{9D}{8}$

D) $d = 342000 \text{ km}$

Question 21 :

On considère l'atome de mercure, dont l'énergie du niveau fondamental est $E_0 = -10,45 \text{ eV}$ et dont les trois premiers niveaux excités sont définis par les énergies $E_1 = -4,99 \text{ eV}$, $E_2 = -3,75 \text{ eV}$, et $E_3 = -2,72 \text{ eV}$.

Lorsqu'un atome est excité sur le niveau d'énergie E_3 , les photons émis lors de la désexcitation sont caractérisés par une énergie E et une longueur d'onde λ . On peut avoir :

A) $E = 3,41 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

B) $E = 5,46 \text{ eV}$

C) $E = -8,74 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

D) $E = -5,46 \text{ eV}$

Question 22 :

A) $\lambda = 1,83 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

B) $\lambda = 3,13 \cdot 10^{-23} \text{ m}$

C) $\lambda = 1,83 \cdot 10^6 \text{ m}$

D) $\lambda = 2,82 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

Question 23 :

Le domaine d'émission du mercure dans ce cas là se situe :

A) Exclusivement dans l'ultraviolet.

B) Exclusivement dans le visible.

C) Exclusivement dans l'infrarouge.

D) Essentiellement dans l'ultraviolet et l'infrarouge.

Question 24 :

Le spectre de raies du mercure peut être mis en évidence par une manipulation utilisant :

- A) Un prime.
- B) Un milieu dispersif.
- C) La diffraction par un fil.
- D) La diffraction par une fente large.

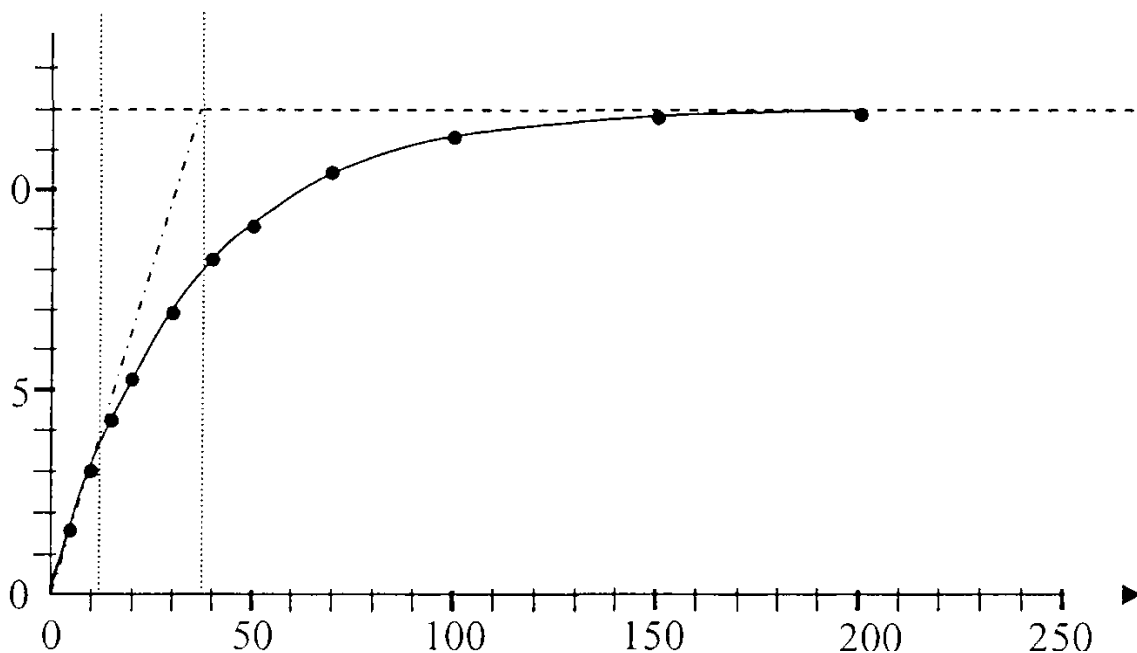
Question 25 :

On souhaite déterminer la capacité C d'un condensateur non polarisé. Pour cela, on charge le condensateur de capacité C inconnue à travers un conducteur ohmique de résistance $R = 330k\Omega$, à l'aide d'un générateur délivrant une tension continue égale à $E_0 = 12V$, et on relève la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur avec un voltmètre numérique, à différentes dates t .

Les mesures sont les suivantes :

$t(s)$	0	5	10	15	20	30	40	50	70	100	150	200	220	250
$u(t)$ (V)	0,0	1,6	3,0	4,2	5,2	6,9	8,2	9,1	10,4	11,3	11,8	11,9	12,0	12,0

Elles correspondent à la courbe tracée ci-dessous :



Lorsque le régime est permanent :

- A) La tension u aux bornes du condensateur est nulle.

- B) La tension u aux bornes du condensateur est égale à E_0 .
- C) L'intensité dans le circuit est nulle.
- D) L'intensité parcourant le circuit est de $36 \mu A$.

Question 26 :

Le produit RC :

- A) Est homogène à une fréquence.
- B) Est la constante de temps du circuit.
- C) Se mesure en seconde.
- D) S'exprime en rad.s^{-1} .

Question 27 :

Les mesures réalisées permettent de déterminer la constante de temps τ du circuit, et la valeur de C .

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| A) $\tau \approx 38\text{s}$ | B) $C=115\mu\text{F}$ |
| C) $\tau \approx 12\text{s}$ | D) $C=36 \text{ pF}$ |

Question 28 :

- A) L'énergie emmagasinée dans le condensateur est minimale quand le régime est permanent.
- B) L'énergie maximale emmagasinée dans le condensateur est d'environ 8,3 mJ.
- C) La tension aux bornes d'un condensateur ne subit jamais de discontinuité.
- D) L'intensité qui traverse un condensateur ne subit jamais de discontinuité.

Question 29 :

On réalise maintenant l'association série d'un conducteur ohmique de résistance $R' = 20\Omega$, du condensateur de capacité C chargé précédemment, et d'une bobine pure d'inductance L . La fréquence propre du dipôle est $f_0 = 50 \text{ Hz}$.

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| A) $L = \frac{1}{2\pi f_0^2 C}$ | B) $L = \frac{1}{2\pi f_0 C}$ |
| C) $L = 88 \text{ mH}$ | D) $L = 554 \text{ mH}$ |

Question 30 :

L'énergie emmagasinée dans le condensateur :

- A) Est entièrement dissipée par effet Joule dans, la résistance.
- B) Est emmagasinée en totalité dans la bobine.

- C) Oscille entre sa valeur initiale et la valeur nulle.
- D) Serait constante si la résistance R' était nulle.