

ÉCOLE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE

Session : 2021

CONCOURS DE RECRUTEMENT D'ÉLÈVES INGÉNIEURS
ÉLECTRONICIENS DES SYSTÈMES DE LA SÉCURITÉ AÉRIENNE

I.E.S.S.A.

PHYSIQUE APPLIQUÉE
(ÉPREUVE OBLIGATOIRE A OPTION)

Durée : 4 heures

Coefficient : 6

**TOUT DISPOSITIF ELECTRONIQUE EST INTERDIT EN
PARTICULIER L'USAGE DE LA CALCULATRICE**



Cette épreuve comporte :

- 1 page de garde (recto)
- 2 pages d'instructions pour remplir le Q.C.M. (recto/verso)
- 13 pages de sujet (recto/verso)

ÉPREUVE TECHNIQUE OBLIGATOIRE A OPTION**PHYSIQUE APPLIQUÉE***A LIRE TRÈS ATTENTIVEMENT*

L'épreuve obligatoire à option Physique Appliquée de ce concours est un questionnaire à choix multiple qui sera corrigé informatiquement.

- 1) Pour remplir ce QCM, vous devez utiliser un stylo à encre foncée : bleue ou noire et à bille ou feutre. Vous devez **cocher** la case en vue de la lecture informatisée de votre QCM.
- 2) Utilisez le sujet comme brouillon et ne retranscrivez vos réponses qu'après vous être relu soigneusement.
- 3) Votre QCM ne doit pas être souillé, froissé, plié, écorné ou porter des inscriptions superflues, sous peine d'être rejeté informatiquement et de ne pas être corrigé.
- 4) Si vous voulez corriger votre réponse, **n'utilisez pas de correcteur** mais indiquez la nouvelle réponse sur la ligne de repentir.
- 5) A chaque question numérotée entre 1 et 50, correspond sur la feuille-réponses une ligne de cases qui porte le même numéro (les lignes de 51 à 80 seront neutralisées).

Chaque question comporte au plus deux réponses exactes.

- 6) A chaque question numérotée entre 1 et 50, correspond sur la feuille-réponses une ligne de cases qui porte le même numéro. Chaque ligne comporte 5 cases A, B, C, D, E.
Pour chaque ligne numérotée de 1 à 50, vous vous trouverez 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 cocher l'une des cases A, B, C, D.

▶ soit vous jugez que la question comporte deux réponses exactes :
vous devez cocher 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 cocher la case E.

Attention, toute réponse fautive peut entraîner pour la question correspondante une pénalité dans la note.

Tournez la page S.V.P.

7) EXEMPLE DE RÉPONSES :

1) Un solénoïde de longueur L est constitué de N spires circulaires jointives de rayon a parcourues par un courant I. On supposera que L est très supérieur à a.
La norme du champ magnétique créé à l'intérieur, notée B_{int} , est :

- A) $B_{int} = \mu_0 \frac{N}{L} I$ B) $B_{int} = \mu_0 \frac{N}{a} I$ C) $B_{int} = \mu_0 N I$ D) $B_{int} = \frac{N}{\mu_0} I$

2) Les lignes de champ magnétique créées par ce courant sont :

- A) des cercles B) des droites

et la circulation du champ magnétique le long d'une ligne de champ magnétique est

- C) non nulle. D) nulle.

3) La norme du champ magnétique créé à l'extérieur, notée B_{ext} , est :

- A) $B_{ext} = \mu_0 \frac{N}{L} I$ B) $B_{ext} = \mu_0 \frac{N}{a} I$ C) $B_{ext} = \mu_0 N I$ D) $B_{ext} = \frac{N}{\mu_0} I$

Vous marquez sur la feuille réponse :

1-
 A **B** **C** **D** **E**

2-
 A **B** **C** **D** **E**

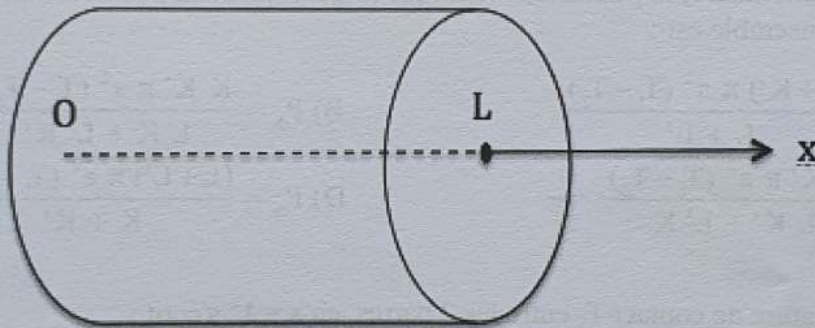
3-
 A **B** **C** **D** **E**

Le sujet comporte cinq parties totalement indépendantes :

- partie I questions de 1 à 10
- partie II questions de 11 à 19
- partie III questions de 20 à 32
- partie IV questions de 33 à 42
- partie V questions de 43 à 50.

PARTIE I

Une barre cylindrique de rayon a , d'axe Ox a pour longueur L . Sa conductivité thermique est notée K , sa masse volumique μ et sa capacité thermique massique c . Elle est parfaitement calorifugée sur sa surface latérale. On pourra donc considérer que la température ne dépend que de la variable spatiale x et du temps t .



1) La conduction thermique dans la barre est régie par la loi de Fourier

$$\vec{j}_{th}(M, t) = -K \overrightarrow{\text{grad}}(T) \quad \text{où } \vec{j}_{th}(M, t) \text{ a pour unité :}$$

- A) $W \cdot m^{-2}$ ✓ B) $W \cdot m^{-1}$ C) $J \cdot s \cdot m^{-1}$ D) $J \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$ ✓

2) La loi de Fourier est analogue à la loi d'Ohm locale en électricité.

En conduction électrique, la grandeur analogue à la température est

- A) la tension électrique. ~~⊗~~ B) le potentiel électrique. ~~⊗~~ ✓

En conduction électrique, la grandeur analogue à la puissance thermique est

- C) le courant électrique. ✓ D) la tension électrique.

3) L'unité de K est :

- A) $W \cdot K \cdot m^{-1}$ B) $W \cdot K \cdot m$ C) $W \cdot K^{-1} \cdot m$ D) $W \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}$ ✓

4) L'équation locale vérifiée par la température s'écrit :

A) $K \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{\partial T}{\partial t}$

B) $K \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \mu c \frac{\partial T}{\partial t}$ ✓

C) $K \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = -\mu c \frac{\partial T}{\partial t}$

D) $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{\partial T}{\partial t}$

5) L'ordre de grandeur d'un temps caractéristique τ d'évolution de la température est :

A) $\tau = \frac{\mu c L}{K}$

B) $\tau = \frac{K}{\mu c L^2}$

C) $\tau = \frac{K}{\mu c L}$

D) $\tau = \frac{\mu c L^2}{K}$ ✓

6) Une barre de même rayon et de même axe que la précédente, a pour longueur L' , pour conductivité thermique K' , pour masse volumique μ' et pour capacité thermique massique c' . Parfaitement calorifugée sur sa surface latérale, elle est juxtaposée à la précédente en $x = L$. En $x = 0$ on maintient la température fixe à T_1 et en $x = L + L'$ à T_2 .

En régime stationnaire, la puissance thermique (algébriquement positive dans le sens de $+\vec{e}_x$) traversant l'ensemble est :

A) $P_{th} = \frac{(K + K') \pi a^2 (T_1 - T_2)}{L + L'}$

B) $P_{th} = \frac{K K' \pi a^2 (T_1 - T_2)}{L K + L' K'}$

C) $P_{th} = \frac{K K' \pi a^2 (T_1 - T_2)}{L K' + L' K}$ ✗

D) $P_{th} = \frac{(L + L') \pi a^2 (T_1 - T_2)}{K + K'}$ E)

7) La température de contact T_c entre les 2 barres, en $x = L$, s'écrit :

A) $T_c = \frac{K L' T_1 + K' L T_2}{K L' + K' L}$ ✓

B) $T_c = \frac{K L T_1 + K' L' T_2}{K L + K' L'}$

C) $T_c = \frac{K' L' T_1 + K L T_2}{K L + K' L'}$

D) $T_c = \frac{K' L T_1 + K L' T_2}{K' L + K L'}$

8) La température dans la première barre ($0 < x < L$) s'écrit :

A) $T(x) = T_1 + \frac{T_c - T_1}{L} x$ ✓

B) $T(x) = T_1 + \frac{T_c - T_1}{L^2} x^2$

et dans la deuxième barre ($L < x < L + L'$)

C) $T(x) = T_c + \frac{T_2 - T_c}{L'} (x - L)$ ✓

D) $T(x) = T_c + \frac{T_2 - T_c}{L' (L' + 2L)} (x^2 - L^2)$

9) Si $K \ll K'$ et si L et L' ont le même ordre de grandeur, l'expression approchée de T_c est :

A) $T_c \approx T_1$

B) $T_c \approx T_2$ ✓

C) $T_c \approx \frac{K L T_2}{K' L'}$

D) $T_c \approx \frac{K L T_1}{K' L'}$

10) Avec les mêmes hypothèses qu'à la question 9), l'expression approchée de P_{th} est :

A) $P_{th} = \frac{K' \pi a^2}{L+L'} (T_1 - T_2)$

B) $P_{th} = \frac{K' \pi a^2 (T_1 - T_2)}{L'}$

C) $P_{th} = \frac{K \pi a^2}{L} (T_1 - T_2)$ ✗

D) $P_{th} = \frac{(L+L') \pi a^2}{K'} (T_1 - T_2)$ E)

PARTIE II

Le référentiel (\mathcal{R}_0) lié à (O, x_0, y_0, z_0) est supposé galiléen.

Le champ de pesanteur est supposé uniforme :

$$\vec{g} = -g \vec{e}_{z_0}$$

Un point matériel M de masse m glisse sans frottement sur une tige Ox horizontale tournant à la vitesse angulaire constante ω autour de Oz_0 .

$$\vec{\Omega} = \omega \vec{e}_{z_0}$$

La base $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_{z_0})$ liée à la tige est orthonormée directe.

$$\vec{OM} = x \vec{e}_x$$

Le point M est de plus relié à un ressort de raideur k et de longueur à vide L_0 dont l'autre extrémité est le point O.

$$\omega \neq \sqrt{\frac{k}{m}}$$

11) Lorsque le point M est à l'équilibre par rapport à la tige, la longueur du ressort, $x_{\text{éq}}$, s'écrit :

A) $x_{\text{éq}} = L_0$

B) $x_{\text{éq}} = \frac{k L_0}{k + m \omega^2}$

C) $x_{\text{éq}} = \frac{L_0}{k} (k - m \omega^2)$

D) $x_{\text{éq}} = \frac{k L_0}{k + m \omega}$

E)

12) La réaction de la tige sur le point M a alors pour expression :

A) $\vec{R} = m g \vec{e}_{z_0} + m \omega^2 x_{\text{éq}} \vec{e}_y$

B) $\vec{R} = m g \vec{e}_{z_0} - m \omega^2 x_{\text{éq}} \vec{e}_y$

C) $\vec{R} = m g \vec{e}_{z_0} + m \omega^2 x_{\text{éq}} \vec{e}_x$

D) $\vec{R} = m g \vec{e}_{z_0}$ ✓

13) Lorsque M est en mouvement, l'équation différentielle vérifiée par x s'écrit :

A) $m \frac{d^2x}{dt^2} + k x = k L_0$

B) $m \frac{d^2x}{dt^2} + (k - m \omega^2) x = k L_0$ ✓

C) $m \frac{d^2x}{dt^2} + (k + m \omega) x = k L_0$

D) $m \frac{d^2x}{dt^2} + (k + m \omega^2) x = k L_0$

Dans les questions suivantes de cette partie, à l'instant initial, $t = 0$, M est immobile par rapport à la tige et le ressort a pour longueur L_0 .

14) Pour $\omega < \sqrt{\frac{k}{m}}$, on pose $\Omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m} - \omega^2}$.

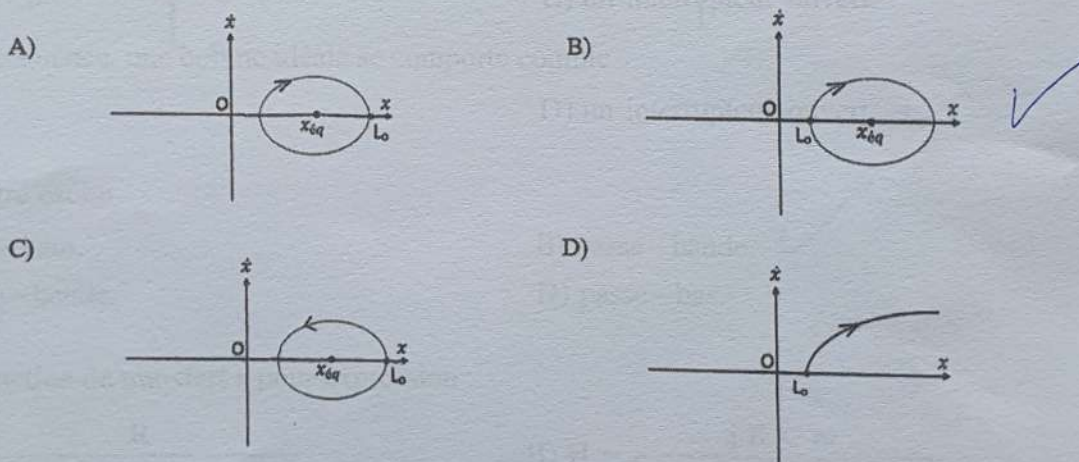
$x(t)$ a pour expression :

- A) $x(t) = x_{\text{eq}} + (L_0 - x_{\text{eq}}) \cos(\Omega_1 t)$ ✓ B) $x(t) = L_0 - L_0 \cos(\Omega_1 t)$
 C) $x(t) = x_{\text{eq}} + (L_0 - x_{\text{eq}}) \text{ch}(\Omega_1 t)$ D) $x(t) = L_0 - L_0 \text{ch}(\Omega_1 t)$

15) Dans ce cas, la réaction de la tige sur le point M a pour expression :

- A) $\vec{R} = m g \vec{e}_{z0} + 2 m \omega \Omega_1 (L_0 - x_{\text{eq}}) \sin(\Omega_1 t) \vec{e}_y$ ✓
 B) $\vec{R} = m g \vec{e}_{z0}$ ✓
 C) $\vec{R} = m g \vec{e}_{z0} + 2 m \omega \Omega_1 (L_0 - x_{\text{eq}}) \text{sh}(\Omega_1 t) \vec{e}_y$
 D) $\vec{R} = m g \vec{e}_{z0} + 2 m \omega \Omega_1 L_0 \text{sh}(\Omega_1 t) \vec{e}_y$ E)

16) Le portrait de phase a alors l'allure suivante :



17) Pour $\omega > \sqrt{\frac{k}{m}}$, on pose $\Omega_2 = \sqrt{\omega^2 - \frac{k}{m}}$.

$x(t)$ a pour expression :


- A) $x(t) = x_{\text{eq}} + (L_0 - x_{\text{eq}}) \cos(\Omega_2 t)$ B) $x(t) = L_0 - L_0 \cos(\Omega_2 t)$
 C) $x(t) = x_{\text{eq}} + (L_0 - x_{\text{eq}}) \text{ch}(\Omega_2 t)$ ✓ D) $x(t) = L_0 - L_0 \text{ch}(\Omega_2 t)$

18) Dans ce cas, la réaction de la tige sur le point M a pour expression :

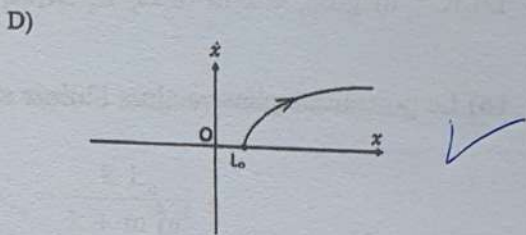
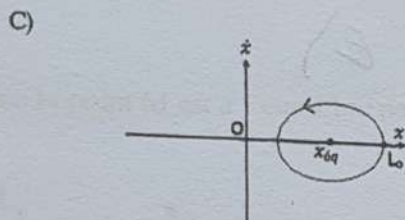
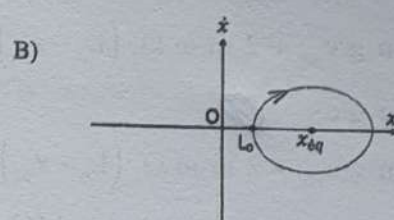
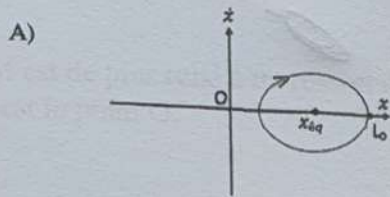
A) $\vec{R} = m g \vec{e}_{z0} + 2 m \omega \Omega_2 (L_0 - x_{\text{eq}}) \sin(\Omega_2 t) \vec{e}_y$

B) $\vec{R} = m g \vec{e}_{z0} + 2 m \omega \Omega_2 L_0 \sin(\Omega_2 t) \vec{e}_y$

C) $\vec{R} = m g \vec{e}_{z0} + 2 m \omega \Omega_2 (L_0 - x_{\text{eq}}) \text{sh}(\Omega_2 t) \vec{e}_y$ ✓

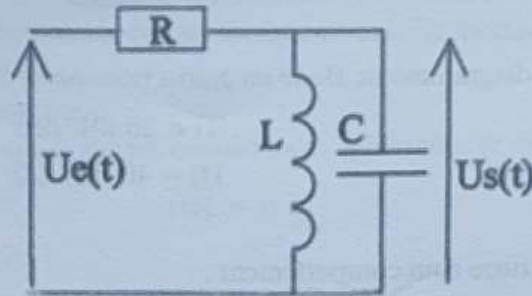
D) $\vec{R} = m g \vec{e}_{z0} + 2 m \omega \Omega_2 L_0 \text{sh}(\Omega_2 t) \vec{e}_y$ 

19) Le portrait de phase a alors l'allure suivante :



PARTIE III

On étudie le filtre linéaire ci-dessous.



20) A basse fréquence, un condensateur se comporte comme

A) un fil.

B) un interrupteur ouvert. ✓

A haute fréquence, un condensateur se comporte comme

C) un fil. ✓

D) un interrupteur ouvert.

21) A basse fréquence, une bobine idéale se comporte comme

A) un fil. ✓

B) un interrupteur ouvert.

A haute fréquence, une bobine idéale se comporte comme

C) un fil.

D) un interrupteur ouvert. ✓

22) Le filtre est un

A) passe - haut.

B) passe - bande. ✓

C) coupe - bande.

D) passe - bas.

23) La fonction de transfert a pour expression :

A) $\underline{H} = \frac{R}{R + jL\omega - RLC\omega^2}$

B) $\underline{H} = \frac{jRC\omega}{1 + jRC\omega - LC\omega^2}$

C) $\underline{H} = \frac{1}{1 + jRC\omega - LC\omega^2}$

D) $\underline{H} = \frac{jL\omega}{R + jL\omega - RLC\omega^2}$ ✓

24) A basse pulsation, le diagramme de Bode en gain a pour pente :

A) 0 dB/déc ✓

B) + 20 dB/déc ✓

C) - 20 dB/déc

D) - 40 dB/déc

25) A basse pulsation, le filtre a un comportement :

A) intégrateur.

B) dérivateur. ✓

C) double intégrateur.

D) double dérivateur.

26) A basse pulsation, le déphasage de u_s par rapport à u_e tend vers :

A) $\frac{\pi}{2}$ radian ✓

B) $-\frac{\pi}{2}$ radian

C) 0 radian

D) π radian

27) A haute pulsation, le diagramme de Bode en gain a pour pente :

A) 0 dB/déc

B) + 20 dB/déc

C) - 20 dB/déc ✓

D) - 40 dB/déc

28) A haute pulsation, le filtre a un comportement :

A) intégrateur. ✓

B) dérivateur.

C) double intégrateur.

D) double dérivateur.

29) A haute pulsation, le déphasage de u_s par rapport à u_e tend vers :

A) $\frac{\pi}{2}$ radian

B) $-\frac{\pi}{2}$ radian ✓

C) 0 radian

D) π radian

30) A la pulsation $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$, le déphasage de u_s par rapport à u_e vaut :

A) $\frac{\pi}{2}$ radian

B) $-\frac{\pi}{2}$ radian

C) 0 radian ✓

D) π radian

31) A la pulsation $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$, le gain du filtre vaut :

A) $G = R \sqrt{\frac{C}{L}}$

B) $G = 0$

C) $G = 1$ ✓

D) $G = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$

32) L'équation différentielle reliant u_e et u_s est :

A) $R L C \frac{d^2 u_s}{dt^2} + L \frac{du_s}{dt} + R u_s = R u_e$

B) $L C \frac{d^2 u_s}{dt^2} + R C \frac{du_s}{dt} + u_s = R C \frac{du_e}{dt}$

C) $L C \frac{d^2 u_s}{dt^2} + R C \frac{du_s}{dt} + u_s = u_e$

D) $R L C \frac{d^2 u_s}{dt^2} + L \frac{du_s}{dt} + R u_s = L \frac{du_e}{dt}$ ✓

PARTIE IV

On considère deux sphères concentriques de centre O, de rayons R_1 et R_2 ($R_2 > R_1$) chargés uniformément en surface avec une charge surfacique σ_1 et σ_2 respectivement et séparées par du vide de permittivité électrique ϵ_0 .

On se place en régime stationnaire.

Un point M de l'espace est repéré par les coordonnées sphériques (r, θ, φ) .

$$\vec{OM} = r \vec{e}_r$$

33) Le champ électrique est :

- A) contenu dans les plans de symétrie pour les charges. ✓
 B) orthogonal aux plans de symétrie pour les charges.

Les lignes de champ électrique sont :

- C) des sphères. D) des droites. ✓

34) Le système étant globalement neutre, σ_1 et σ_2 sont reliés par la relation :

- A) $\sigma_1 R_1 = \sigma_2 R_2$ B) $\sigma_1 R_1^2 = \sigma_2 R_2^2$ C) $\sigma_1 R_1 = -\sigma_2 R_2$ D) $\sigma_1 R_1^2 = -\sigma_2 R_2^2$ ✓

35) Pour $r < R_1$, le champ électrique en M s'écrit :

- A) $\vec{E}(M) = \frac{\sigma_1 R_1}{\epsilon_0 r} \vec{e}_r$ B) $\vec{E}(M) = \vec{0}$ ✓ C) $\vec{E}(M) = \frac{\sigma_1 R_1^2}{4 \pi \epsilon_0 r^2} \vec{e}_r$ D) $\vec{E}(M) = \frac{\sigma_2 R_2}{\epsilon_0 r} \vec{e}_r$

36) Pour $R_1 < r < R_2$, le champ électrique s'écrit :

- A) $\vec{E}(M) = \frac{\sigma_1 R_1}{\epsilon_0 r} \vec{e}_r$ B) $\vec{E}(M) = \vec{0}$ C) $\vec{E}(M) = \frac{\sigma_1 R_1^2}{4 \pi \epsilon_0 r^2} \vec{e}_r$ D) $\vec{E}(M) = \frac{\sigma_2 R_2}{\epsilon_0 r} \vec{e}_r$ E)

37) Pour $r > R_2$, le champ électrique s'écrit :

- A) $\vec{E}(M) = \frac{\sigma_1 R_1}{\epsilon_0 r} \vec{e}_r$ B) $\vec{E}(M) = \vec{0}$ ✓ C) $\vec{E}(M) = \frac{\sigma_1 R_1^2}{4 \pi \epsilon_0 r^2} \vec{e}_r$ D) $\vec{E}(M) = \frac{\sigma_2 R_2}{\epsilon_0 r} \vec{e}_r$

38) Le potentiel électrique en M est noté $V(M)$. On choisit l'origine des potentiels en $r = 0$.

Pour $r < R_1$, il s'écrit :

- A) $V(M) = \frac{\sigma_1 R_1}{\epsilon_0 r^2} - \frac{\sigma_1}{\epsilon_0 R_1}$ B) $V(M) = 0$ ✓
 C) $V(M) = \frac{\sigma_1 R_1^2}{\epsilon_0 r} - \frac{\sigma_1 R_1}{\epsilon_0}$ D) $V(M) = \frac{\sigma_1 R_1^2}{4 \pi \epsilon_0 r} - \frac{\sigma_1 R_1}{4 \pi \epsilon_0}$

39) Pour $R_1 < r < R_2$, il s'écrit :

A) $V(M) = \frac{\sigma_1 R_1}{\epsilon_0 r^2} - \frac{\sigma_1}{\epsilon_0 R_1}$

C) $V(M) = \frac{\sigma_1 R_1^2}{\epsilon_0 r} - \frac{\sigma_1 R_1}{\epsilon_0}$ ✓

B) $V(M) = 0$

D) $V(M) = \frac{\sigma_1 R_1^2}{4 \pi \epsilon_0 r} - \frac{\sigma_1 R_1}{4 \pi \epsilon_0}$

40) Pour $r > R_2$, il s'écrit :

A) $V(M) = \frac{\sigma_2 R_2^2}{\epsilon_0 r^2} - \frac{\sigma_2 R_2^2}{\epsilon_0 R_1^2}$

C) $V(M) = \frac{\sigma_2 R_2^2}{\epsilon_0 r} - \frac{\sigma_2 R_2^2}{\epsilon_0 R_1}$

B) $V(M) = \frac{\sigma_1 R_1^2}{\epsilon_0 R_2} - \frac{\sigma_1 R_1}{\epsilon_0}$ ✓

D) $V(M) = \frac{\sigma_2 R_2^2}{4 \pi \epsilon_0 r} - \frac{\sigma_2 R_2^2}{4 \pi \epsilon_0 R_1}$

41) La charge Q de la sphère intérieure est :

A) $Q = \sigma_1 4 \pi R_1^2$ ✓

C) $Q = \frac{\sigma_1 4 \pi R_1^3}{3}$

B) $Q = \sigma_1 \pi R_1^2$

D) $Q = \frac{\sigma_1}{\pi R_1^2}$

42) La capacité C de ce condensateur sphérique est définie par $Q = C (V(R_1) - V(R_2))$.

Son expression est :

A) $C = \frac{4 \pi \epsilon_0 R_1 R_2}{(R_2 - R_1)}$ ✓

C) $C = \frac{\epsilon_0 R_1 R_2^2}{(R_2^2 - R_1^2)}$

B) $C = \frac{\epsilon_0 R_1 R_2}{(R_2 - R_1)}$

D) $C = \frac{\epsilon_0 R_1 R_2^2}{(R_2^2 - R_1^2)}$

PARTIE V

43) Qu'affiche le programme Python ci-dessous ?

```
L = ['a','b','c']  
c1 = L[1]  
c2 = L[2]  
c3 = c1+c2  
print (c3)
```

A) ab

B) bc ✓

C) 'ab'

D) 'bc'

44) Qu'affiche le programme Python ci-dessous ?

```
L = ['a','b','c']  
c1 = L.pop()  
c2 = L.pop()  
print(L)
```

A) ['a','b','c']

B) ['a'] ✓

C) 'abc'

D) 'a'

45) Quel est le type de x et de y respectivement ?

```
x = 1  
y = 1.0
```

A) Flottant et flottant

B) Entier et entier

C) Booléen et flottant

D) Entier et flottant ✓

46) Qu'affiche le programme Python ci-dessous ?

```
x, y = 1, 1.0
if x == y :
    print('OK')
```

- A) OK ✓
B) 'OK'
C) Aucun message
D) Un message d'erreur

47) Les questions 47 à 50 sont relatives au programme ci-dessous.

```
def f(a,n) :
    x = 1
    m = n
    while m > 1 :
        if m%2 == 0 :
            m = m/2
            a = a**2
        else :
            m = (m-1)/2
            x = a*x
            a = a**2
    x = a*x
    return(x)
```

Quelle est la valeur de a à la fin du programme si l'on exécute f(2, 6) ?

- A) 16
B) 64 ✓
C) 32
D) 128

48) Combien de fois sont exécutées les instructions du bloc « else » lors du calcul de f(7, 110) ?

- A) 109
B) 7
C) 5
D) 4 ✓

49) Que renvoie ce programme ?

- A) a^n pour tout n réel
B) a^n pour tout n entier relatif
C) a^n pour tout n entier naturel ✓
D) $x*a^n$ pour tout n entier relatif

50) Quel est l'ordre de grandeur de la complexité ?

A) $O(n)$

B) $O(n * \log_2 n)$

C) $O(n^2)$

D) $O(\log_2 n)$ ✓