

CC2
Électromagnétisme
07 Décembre 2023 — PréIng2

Durée : 1h30 minutes (2h en cas de tiers temps)

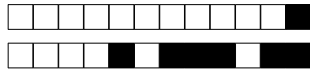
Sont interdits :

- les documents ;
- tous les objets électroniques (calculatrice, téléphone, tablette, ordinateur...) de même que les montres connectées ;
- les déplacements et les échanges.

Consignes :

1. Vérifiez que le sujet est composé de 16 pages et 24 questions ;
2. Seules les dernières feuilles doivent être rendues ;
3. Complétez la page 9 (nom, prénom etc. . .) dès le début officiel de l'épreuve ;
4. Les détails des calculs demandés doivent être portés sur ces dernières feuilles à l'emplacement correspondant à la question ;
5. Dans les deux grilles, les cases correspondant à la bonne réponse doivent être remplies complètement au stylo noir ;
6. Chaque question ne comporte qu'une seule réponse possible ;
7. Il n'y a de point négatif pour une mauvaise réponse que pour les questions de cours ;
8. Une case simplement cochée ne sera pas comptabilisée.

Le barème est donné à titre indicatif.



Questions de cours (4 points)

Question 1 (0.5 point)

Dans le cas d'une distribution volumique de charges, le potentiel électrique est :

- A défini sur la surface chargée et il n'est pas continu à la traversée de la surface.
- B défini et continu en tout point de l'espace.
- C n'est pas défini sur les points où se trouvent les charges.
- D Aucune des réponses précédentes n'est correcte

Question 2 (0.5 point)

La variation dV d'un champ scalaire $V(M)$ est donnée par $dV(M) = \overrightarrow{\text{grad}}V \cdot d\overrightarrow{OM}$, où $\overrightarrow{\text{grad}}V$ est le gradient du champ scalaire V . Le vecteur $\overrightarrow{\text{grad}}V$ est donc :

- A tangent à la surface équipotentielle passant par M de la fonction scalaire $V(M)$.
- B normal à la surface équipotentielle passant par M de la fonction scalaire $V(M)$.
- C un vecteur directeur de la surface équipotentielle passant par M de la fonction scalaire $V(M)$.
- D Aucune des réponses précédentes n'est correcte

Question 3 (0.5 point)

Le champ électrostatique \vec{E} est à circulation conservative et on définit la fonction potentiel électrostatique par :

- A $\vec{E} = \overrightarrow{\text{grad}}V$
- B $\vec{V} = \overrightarrow{\text{grad}}E$
- C $\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}V$
- D Aucune des réponses précédentes n'est correcte

Question 4 (0.5 point)

La circulation C du champ \vec{E} est donnée par :

- A $C = \iint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$
- B $C = \iiint_V \vec{E} \cdot d\vec{V}$
- C $C = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$
- D Aucune des réponses précédentes n'est correcte

**Question 5 (0.5 point)**

La loi de Biot et Savart permet de calculer le champ magnétique \vec{B} , pour une distribution de courant où P est un point de la distribution de courant I . Elle s'énonce :

A $\vec{B}(M) = \oint_{\Gamma} \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \wedge \overrightarrow{MP}}{MP^2}$

B $\vec{B}(M) = \oint_{\Gamma} \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \wedge \overrightarrow{PM}}{PM^3}$

C $\vec{B}(M) = \oint_{\Gamma} \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \wedge \overrightarrow{PM}}{PM^2}$

D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 6 (0.5 point)

En étudiant les plans de symétrie pour la distribution de courant, on trouve que la direction du champ magnétique \vec{B} en M est :

A celle de la droite orthogonale à un plan Π de symétrie, passant par M .

B inclus dans tout plan Π de symétrie, passant par M .

C celle de la droite intersection d'au moins deux plans de symétrie, passant par M .

D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 7 (0.5 point)

En présence d'un champ magnétique \vec{B} , une charge q à la vitesse \vec{v} est soumise à une force de Lorentz \vec{f}_L avec :

A $\vec{f}_L = qB\vec{v}$

B $\vec{f}_L = qv\vec{B}$

C $\vec{f}_L = q\vec{v} \cdot \vec{B}$

D $\vec{f}_L = q\vec{v} \wedge \vec{B}$

E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 8 (0.5 point)

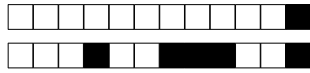
À l'intérieur d'un conducteur en équilibre électrostatique, le champ électrique créé par

A les charges du conducteur est nul.

B les charges extérieures au conducteur est nul.

C toutes les charges (du conducteur et extérieures) est nul.

D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*



Cylindre chargé en volume (8 points)

On considère un cylindre infini, d'axe (Oz) et de rayon R , chargé en volume avec une densité volumique de charge $\rho(r, \theta, z) = r/a$.

a est une constante positive et r est la distance à l'axe (Oz) (telle que ρ ait la dimension physique adéquate).

On prendra l'origine des potentiels : $V(r = 0) = 0$.

Question 9 (0.25 point)

La charge $Q(r)$ contenue dans un cylindre d'axe (Oz), de rayon r et de hauteur h a pour expression pour $r \leq R$:

A $Q(r) = \frac{\pi hr^2}{a}$

D $Q(r) = \frac{2\pi hr^3}{3a}$

B $Q(r) = 0$.

E Aucune des réponses précédentes n'est correcte

C $Q(r) = \frac{\pi hr^3}{a}$

Question 10 (0.25 point)

La charge $Q(r)$ contenue dans un cylindre d'axe (Oz), de rayon r et de hauteur h a pour expression pour $r \geq R$:

A $Q(r) = 0$.

D $Q(r) = \frac{\pi hR^3}{a}$

B $Q(r) = \frac{\pi hR^2}{a}$

E Aucune des réponses précédentes n'est correcte

C $Q(r) = \frac{2\pi hR^3}{3a}$

Question 11 (0.5 point)

La direction du champ électrostatique \vec{E} , au point M , créé par cette distribution est radiale car :

A tous les plans passant par O et par M sont des plans de symétrie de la distribution de charges.

B les plans $(M, \vec{u}_r, \vec{u}_\theta)$ et $(M, \vec{u}_r, \vec{u}_z)$ sont des plans de symétrie de la distribution de charges.

C les plans $(M, \vec{u}_r, \vec{u}_\theta)$ et $(M, \vec{u}_r, \vec{u}_\phi)$ sont des plans de symétrie de la distribution de charges.

D Aucune des réponses précédentes n'est correcte

Question 12 (1 point)

En utilisant le théorème de Gauss, on trouve que le champ électrostatique \vec{E} vaut pour $r \leq R$:

A $\vec{E} = \frac{r^2}{a\epsilon_0} \vec{u}_r$

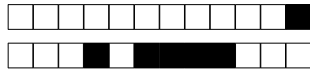
D $\vec{E} = \frac{R^2}{3a\epsilon_0} \vec{u}_r$

B $\vec{E} = \frac{r^2}{3a\epsilon_0} \vec{u}_r$

E $\vec{E} = \vec{0}$

C $\vec{E} = \frac{R^3}{3ar\epsilon_0} \vec{u}_r$

F Aucune des réponses précédentes n'est correcte

**Question 13 (1 point)**

En utilisant le théorème de Gauss, on trouve que le champ électrostatique \vec{E} vaut pour $r \geq R$:

A $\vec{E} = \frac{r^2}{a\epsilon_0} \vec{u}_r$

B $\vec{E} = \frac{R^2}{3a\epsilon_0} \vec{u}_r$

C $\vec{E} = \frac{r^2}{3a\epsilon_0} \vec{u}_r$

D $\vec{E} = \vec{0}$

E $\vec{E} = \frac{R^3}{3ar\epsilon_0} \vec{u}_r$

 F *Aucune des réponses précédentes n'est correcte***Question 14 (1 point)**

Le potentiel électrique $V(r)$ vaut pour $r \leq R$:

A $V(r) = \frac{R^3}{3a\epsilon_0} \left[\ln\left(\frac{R}{r}\right) - \frac{1}{3} \right]$

B $V(r) = \frac{R^3}{3a\epsilon_0} \left[\ln\left(\frac{R}{r}\right) + \frac{1}{3} \right]$

C $V(r) = \frac{r^3}{9a\epsilon_0}$

D $V(r) = 0$

E $V(r) = -\frac{r^3}{9a\epsilon_0}$

 F *Aucune des réponses précédentes n'est correcte***Question 15 (1 point)**

Le potentiel électrique $V(r)$ vaut pour $r \geq R$:

A $V(r) = \frac{R^3}{3a\epsilon_0} \left[\ln\left(\frac{R}{r}\right) - \frac{1}{3} \right]$

B $V(r) = \frac{r^3}{9a\epsilon_0}$

C $V(r) = \frac{R^3}{3a\epsilon_0} \left[\ln\left(\frac{R}{r}\right) + \frac{1}{3} \right]$

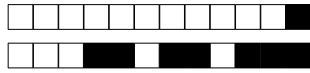
D $V(r) = -\frac{r^3}{9a\epsilon_0}$

E $V(r) = 0$

 F *Aucune des réponses précédentes n'est correcte***Question 16 (3 points)**

Démontrer l'expression du champ électrique \vec{E} et du potentiel V pour $r \geq R$, en détaillant les calculs (symétries, invariances, surface de Gauss, flux, charges q_{int} ...).

Répondez sur les deux feuilles correspondantes, à la fin du sujet.



Fil infini (4 points)

On considère un fil de longueur infinie, confondu avec l'axe (Oz) . Il est parcouru par un courant I constant orienté vers les z croissants.

On repère un point M de l'espace dans la base de coordonnées cylindriques : $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z)$.

On cherche l'expression du champ magnétique $\vec{B}(M)$ généré par ce fil au point M , qui s'écrit de manière générale : $\vec{B}(M) = B(r, \theta, z)\vec{u}$, \vec{u} à déterminer.

Question 17 (0.5 point)

En regardant les invariances, on constate que $B(r, \theta, z)$ ne dépend que de :

- A z
- B θ
- C φ
- D r
- E Aucune des réponses précédentes n'est correcte

Question 18 (0.5 point)

Du fait des plans de symétries, le vecteur champ magnétique $\vec{B}(M)$ s'écrit :

- A $\vec{B}(M) = B(z)\vec{u}_z$
- B $\vec{B}(M) = B(z)\vec{u}_r$
- C $\vec{B}(M) = B(r)\vec{u}_\theta$
- D $\vec{B}(M) = B(\theta)\vec{u}_\theta$
- E Aucune des réponses précédentes n'est correcte

Question 19 (1 point)

En utilisant le théorème d'Ampère, on peut écrire le vecteur champ magnétique $\vec{B}(M)$:

- A $\vec{B}(M) = \frac{2\mu_0 I}{\pi r} \vec{u}_z$
- B $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 I}{\pi z} \vec{u}_r$
- C $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 I}{\pi z} \vec{u}_\theta$
- D $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \vec{u}_\theta$
- E Aucune des réponses précédentes n'est correcte

Question 20 (2 points)

Démontrer l'expression du champ magnétique $\vec{B}(M)$, en détaillant les calculs (symétries, invariances, Théorème d'Ampère ...).

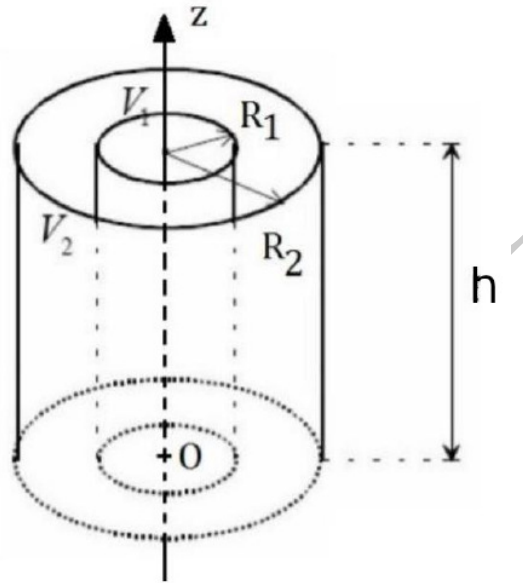
Répondez sur la feuille correspondante, à la fin du sujet.



Condensateur cylindrique (4 points)

Un condensateur cylindrique à air est formé de deux armatures coaxiales, de rayons notés R_1 et R_2 avec $R_1 < R_2$.

On appelle Q_{int} la charge à la surface du cylindre intérieur de rayon R_1 et de hauteur h . On suppose ici que ce conducteur est de longueur infinie ($h \gg R_2 > R_1$).



Question 21 (0.5 point)

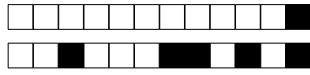
\vec{E} en un point M situé à la distance r de l'axe, avec $R_1 < r < R_2$ vaut :

A $\vec{E} = \frac{Q_{int}}{2\pi\epsilon_0 hr} \vec{u}_r$

B $\vec{E} = \frac{Q_{int}}{2\pi\epsilon_0 r} \vec{u}_r$

C $\vec{E} = \frac{Q_{int}}{2\pi\epsilon_0 r^2} \vec{u}_r$

D Aucune des réponses précédentes n'est correcte

**Question 22 (1 point)**

La capacité C de ce condensateur a pour expression :

A $C = \frac{2\pi\epsilon_0 h}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$

B $C = \frac{2\pi\epsilon_0 h}{\ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)}$

C $C = \frac{2\pi\epsilon_0 h}{\frac{R_2}{R_1}}$

D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 23 (1.5 points)

Sans redémontrer l'expression du champ électrique pour un cylindre, établir l'expression de la capacité C , en détaillant les calculs.

Répondez sur la feuille correspondante, à la fin du sujet.

Question 24 (1 point)

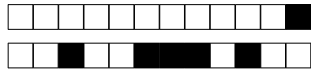
Pour $R_2 - R_1 = e \ll R_1$, cette capacité C se simplifie en :

A $C = \frac{2\pi\epsilon_0 R_1 e}{h}$

B $C = \frac{2\pi\epsilon_0 R_1 h}{e}$

C $C = \frac{2\pi\epsilon_0 e h}{R_1}$

D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*



Électromagnétisme - PréIng2 - CC2 - 2023/2024

NOM :

Prénom :

n° Groupe :

Nom du chargé de TD :

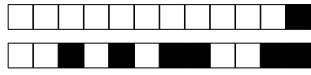
CODAGE DU N° ÉTUDIANT *horizontalement*
(DANS LE SENS DE LECTURE)

Premier chiffre du n° étudiant

Dernier chiffre du n° étudiant

0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9

SENS DE REMPLISSAGE
→
DU N° ÉTUDIANT



Les réponses au QCM ne doivent être apportées que sur cette feuille.
La copie ne sera corrigée que si :

- elle comporte vos nom, prénom et groupe ;
- les cases sont complètement coloriées avec un stylo noir ;
- la feuille-réponse ne comporte pas de ratures.

Question 1 : A B C D

Question 2 : A B C D

Question 3 : A B C D

Question 4 : A B C D

Question 5 : A B C D

Question 6 : A B C D

Question 7 : A B C D E

Question 8 : A B C D

Question 9 : A B C D E

Question 10 : A B C D E

Question 11 : A B C D

Question 12 : A B C D E F

Question 13 : A B C D E F

Question 14 : A B C D E F

Question 15 : A B C D E F

Question 17 : A B C D E

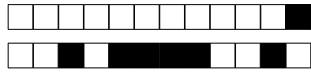
Question 18 : A B C D E

Question 19 : A B C D E

Question 21 : A B C D

Question 22 : A B C D

Question 24 : A B C D



Question 16 :

Cylindre chargé en volume

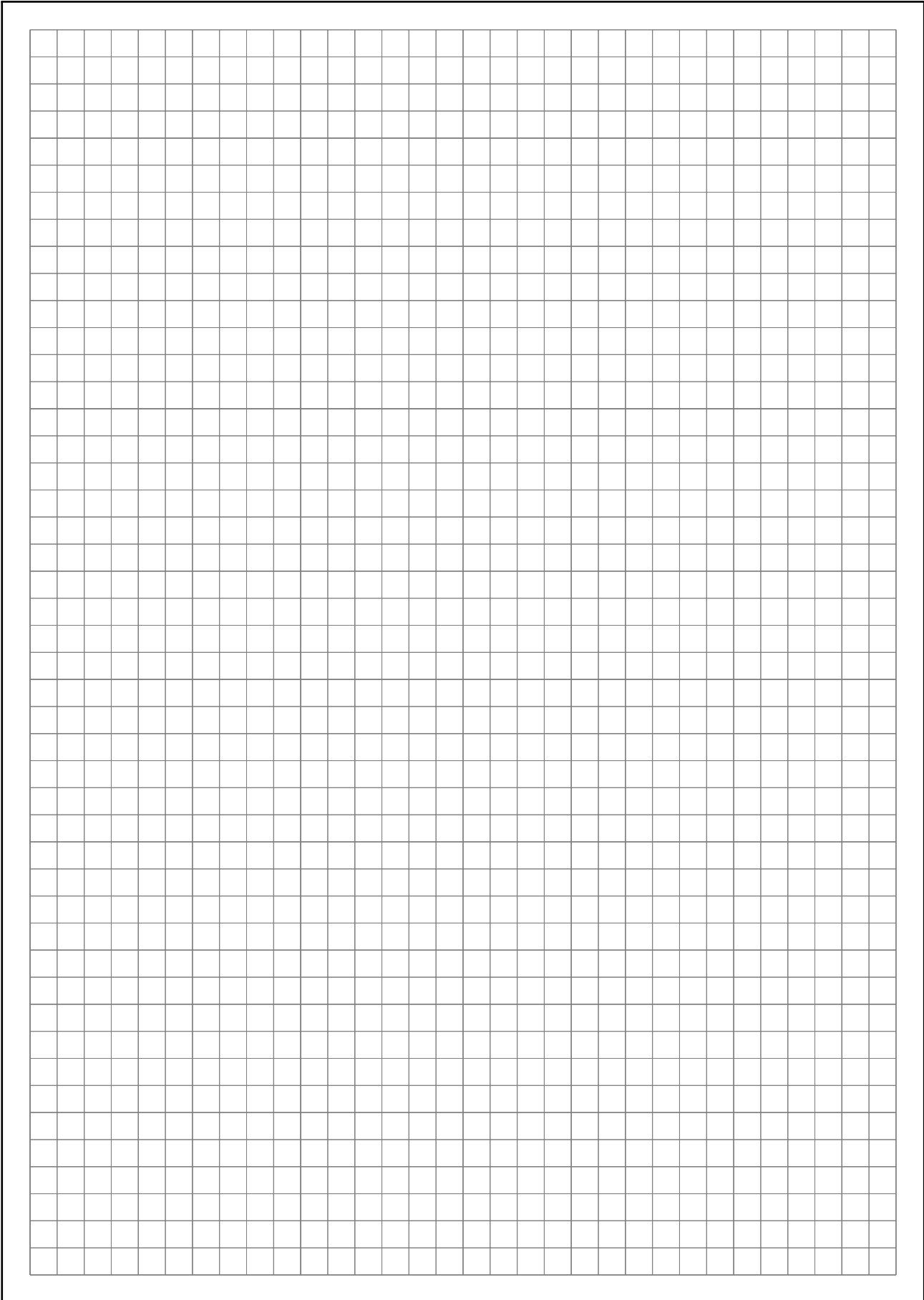
.5

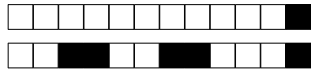
.5

1

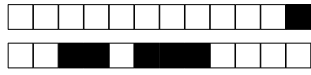
1

Réservé à l'enseignant(e)



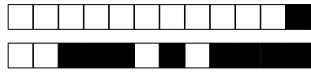


Question 16 : Cylindre chargé en volume (suite)



Question 20 :

Fil infini .5 .5 1 *Réservé à l'enseignant(e)*



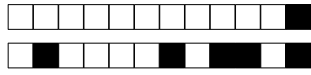
Question 23 :

Condensateur cylindrique .5 1 *Réservé à l'enseignant(e)*



Feuille supplémentaire - (indiquer le numéro de la question rédigée)

PROJET



PROJET