Programme de colles n°7

Semaine du 2 au 6 novembre 2026

Chapitres concernés

	Chapitres	QC	Exo	TP
PC	TH2. Diffusion de particules		✓	
	TH3. Diffusion thermique	✓	✓	
	TH4. Rayonnement thermique	✓		
	EM1. Électrostatique	✓		
PCSI	Induction	✓	✓	

Doivent être connus sans aucune hésitation et erreur autorisée : les volumes et surfaces de la sphère, du cylindre ; ... les volumes et surfaces élémentaires dans les trois systèmes de coordonnées ; les volumes des pellicules cylindriques et sphériques.

Questions de cours (PC)

1 - ❑ Chap TH3. Diffusion thermique – Équation de conservation

Établir, pour un milieu solide, l'équation locale traduisant le premier principe dans le cas d'un problème ne dépendant qu'une d'une seule coordonnée d'espace en coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques, éventuellement en présence de sources internes (au choix de l'interrateur.rice).

a) Définir précisément le système.

b) À l'aide du premier principe, établir l'équation de conservation.

c) En déduire l'équation de diffusion thermique.

2 - ❑ Chap TH3. Régime stationnaire – Résistance thermique en cartésien.

a) Donner le cadre dans lequel on peut définir la résistance thermique. Que peut-on écrire dans ce cas ?

b) Définir la résistance thermique [avec schéma + ⚠orientation]

c) Établir l'expression de la résistance thermique en cartésien.

d) Donner les loi d'associations (et un exemple)

3 - ❑ Chap TH3. Régime stationnaire – Résistance thermique en sphérique.

On assimile le corps d'un hérisson à une boule homogène de centre O, de rayon R enveloppé par une couche isolante d'épaisseur e représentant l'association du pelage et des épines de conductivité moyenne λ. La température extérieure est T_e. Le métabolisme du hérisson fournit une puissance $\mathscr{P}_{\text{métab}}$ lui permettant de maintenir sa température intérieure à T_i.

a) Que peut-on dire du flux thermique à travers la couche isolante ? Pourquoi ?

b) Établir l'expression de la résistance thermique de la couche isolante.

c) Établir l'expression de la température dans la couche isolante.

4 - ❑ Chap TH3. Ailette de refroidissement.

On considère une paroi solide de température T_0 supérieure à T_a la température de l'air ambiant.
Pour refroidir cette paroi, on fixe une ailette de refroidissement, modélisée par un cylindrique d'axe (Ox), de rayon r, de longueur L et formée d'un matériau de masse volumique μ, de capacité thermique massique c, de conductivité thermique λ et de température $T(x)$.
L'ailette est fixée par sa base $x = 0$ à la paroi de température T_0 et elle est en contact sur le reste de sa surface avec l'air ambiant de température T_a.
On donne la loi de Newton : $\varphi_{\text{ailette}\to\text{air}} = h(T(x,t) - T_a)$, avec h une constante positive.

a) Établir l'équation différentielle vérifiée par T en régime stationnaire.

b) En donner la solution générale.

5 - ❑ Chap TH4. Effet de serre

On notera $\mathscr{P}_{\text{é,atm}}$ la puissance émise par chaque face de l'atmosphère, $\mathscr{P}_{\text{r,S}}$ la puissance solaire reçue par la Terre, $\mathscr{P}_{\text{é,T}}$ la puissance émise par la Terre.

La Terre réfléchit une fraction $\mathscr{A}$ du rayonnement solaire, et absorbe la totalité du rayonnement émis par l'atmosphère. L'atmosphère est transparente au rayonnement solaire et absorbe tout le rayonnement terrestre.

a) Traduire l'équilibre radiatif de la Terre et de l'atmosphère.

b) En déduire l'expression de la température de la Terre en fonction de celle du Soleil, du rayon du soleil, de la distance Terre-Soleil et de l'albédo $\mathscr{A}$.

6 - ❑ Chap EM1. Champ et potentiel électrostatiques créés par des charges ponctuelles.

a) Rappeler la force de Coulomb et l'énergie potentielle d'interaction entre deux charges ponctuelles.

b) Exprimer le champ électrostatique créé par une charge ponctuelle.

c) Donner des ordres de grandeur de champ électrostatique.

d) Exprimer le potentiel électrostatique créé par une charge ponctuelle.

e) Énoncer le principe de superposition.

7 - ❑ Chap EM1. Topographie

a) Donner la relation entre le potentiel et le champ électrostatiques.

b) Représenter les lignes de champ électrostatique créé par une charge ponctuelle, pour $q > 0$ et $q < 0$.

c) Représenter des surfaces équipotentielles dans les deux cas précédents. Comment sont-elles par rapport aux lignes de champ ?

8 - ❑ Chap EM1. Circulation du champ électrostatique.

a) Définir la circulation du champ électrostatique le long d'un chemin de A à B.

b) Relier la circulation à la différence de potentiel.

c) Donner l'équation de Maxwell-Faraday en régime stationnaire.

d) En donner les conséquences.

e) Donner l'expression du rotationnel de $\overrightarrow{E} = E_x(x,y,z)\overrightarrow{u_x} + E_y(x,y,z)\overrightarrow{u_y} + E_z(x,y,z)\overrightarrow{u_z}$

9 - ❑ Chap EM1. Équation de Maxwell-Gauss et théorème de Gauss

a) Énoncer l'équation de Maxwell-Gauss. Définir les différentes grandeurs y intervenant, et en donner leurs unités.

b) Donner le théorème de Gauss en définissant très précisément les différentes grandeurs y intervenant.

c) Que peut-on dire du champ électrostatique dans une zone vide de charges ?

Questions de cours (PCSI)

10 - ❑ Induction - Circuits fixes dans B variable

a) Définir « flux propre » et « inductance propre ». Quelles sont leurs unités ?

b) Établir l'expression de l'inductance propre d'une bobine de grande longueur de N spires (n spires par unité de longueur) qui crée le champ $\overrightarrow{B} = \mu_0 n I \overrightarrow{u_z}$ ($\overrightarrow{u_z}$ étant l'axe de la bobine).

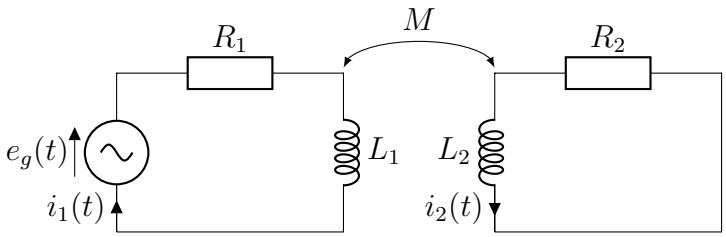
11 - ❑ Induction - Circuits fixes dans B variable

a) Définir « inductance mutuelle » et en donner son unité.

b) Déterminer l'inductance mutuelle M de deux bobines longues de N_1 (respectivement N_2) spires (n_1, n_2 spires par unité de longueur).
On donne le champ magnétique créé par une bobine longue de nn spires par unité de longueur : $\overrightarrow{B} = \mu_0 n I \overrightarrow{u_z}$ ($\overrightarrow{u_z}$ étant l'axe de la bobine).

12 - ❑ Induction - Circuits fixes dans B variable

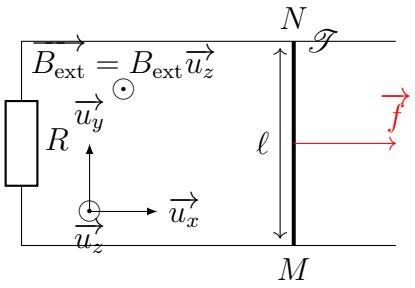
Soient deux circuits électriques à une maille, le premier est alimenté par un générateur en RSF, contient une bobine d'inductance propre L_1 et une résistance R_1 ; le deuxième contient une bobine d'inductance propre L_2 et une résistance R_2. Ils sont couplés par mutuelle induction.



a) Pourquoi observe-t-on un courant dans le deuxième circuit ?
b) Établir le système d'équations différentielles vérifié par i_1 et i_2 .
c) Établir le système d'équations en régime sinusoïdal forcé en complexe.
d) Effectuer un bilan de puissance et l'écrire sous la forme : $\mathscr{P}_{\text{géné}} = \dfrac{\mathrm{d}\mathscr{E}_{\text{mag}}}{\mathrm{d}t} + \mathscr{P}_{\text{joule}}$, identifier les différents termes.

13 - ❑ Induction - Circuits mobiles dans B constant

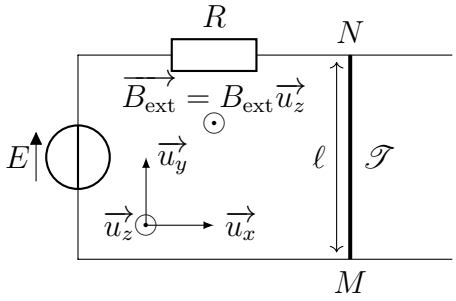
Rails de Laplace générateurs, non alimentés : on déplace la tige en exerçant une force $\overrightarrow{f}$ constant.



La résistance des rails totale, supposée constante est notée R, et l'auto-induction est négligée.
a) Mener une analyse physique qualitative et précise (en citant la loi de Lenz, mais pas que...).
b) Établir l'équation électrique. *(étapes : flux, fem, circuit électrique équivalent, loi des mailles)*
c) Établir l'équation mécanique *(système, référentiel, bilan des forces, expression de la force de Laplace, PFD)*.
d) Effectuer un bilan de puissance de la conversion. Interpréter les différents termes.
e) Que peut-on dire de la puissance électrique de la fem et de la puissance de la force de Laplace ?

14 - ❑ Induction - Circuits mobiles dans B constant

Rails de Laplace moteur alimenté par un « vrai » générateur. La résistance des rails totale, supposée constante est notée R, et l'auto-induction est négligée.



a) Mener une analyse physique qualitative.

b) Établir l'équation électrique. *(étapes : flux, fem, circuit électrique équivalent, loi des mailles)*

c) Établir l'équation mécanique *(système, référentiel, bilan des forces, expression de la force de Laplace, PFD)*.

d) Effectuer un bilan énergétique.

e) Que peut-on dire de la puissance électrique de la fem et de la puissance de la force de Laplace ?