

Programme de Colle - Semaine n° 07

Du 13 novembre 2023 au 17 novembre 2023

Pour adapter au mieux les niveaux des questions de cours lors des interrogations, les élèves sont répartis en deux groupes, groupes pouvant changer d'une semaine à l'autre selon les résultats et les progressions.

Pour le premier groupe, appelé "**Groupe A**", les questions de cours intégreront toutes les questions de cours sauf celles notées "**B**".

Le second groupe, appelé "**Groupe B**", les questions de cours ne porteront que sur celles notées **TOUS** ou notées **B**.

Remarque : La note pour un membre du groupe B ne pourra pas dépasser 14

Pour compléter la question de cours, on pourra demander l'énoncé précis d'un résultat ou d'une définition, y compris lorsqu'il ne s'agit pas d'une question du groupe correspondant.

Algèbre linéaire

Rappel

Réduction des endomorphismes

Eléments propres

- ⇒ Sous-espaces stables par u , endomorphisme induit
- ⇒ Vecteurs propres, valeurs propres, spectre, sous-espaces propres

Polynome caractéristique

- ⇒ Polynome caractéristique, multiplicité des valeurs propres, polynome caractéristique d'un endomorphisme induit
- ⇒ Théorème de Cayley-Hamilton (admis). Conséquences sur le polynome minimal

Diagonalisation

- ⇒ Diagonalisabilité d'un endomorphisme, d'une matrice
- ⇒ Caractérisation de la diagonalisabilité
- ⇒ Quelques applications de la diagonalisabilité : calcul de puissances, de l'exponentielle de matrices (limite d'une suite de matrice étant définie par la limite des coordonnées)

Trigonalisation

- ⇒ Sous-espaces caractéristiques d'un endomorphisme à polynome caractéristique scindé : leur somme est directe et vaut l'espace tout entier.
- ⇒ Trigonalisabilité d'un endomorphisme, d'une matrice
- ⇒ Caractérisation de la trigonalisabilité
- ⇒ Endomorphismes nilpotents

Espaces vectoriels normés

Normes et distances

- ⇒ Définition de norme

- ⇒ Normes usuelles dans \mathbb{K}^n , normes usuelles dans $\mathcal{C}([a, b], \mathbb{R})$
- ⇒ Transport d'une norme, norme d'un espace produit, norme d'algèbre
- ⇒ Normes équivalentes : Définition, exemples. En dimension finie toutes les normes sont équivalentes (admis)
- ⇒ Distance. Distance d'un point à une droite
- ⇒ Boules et sphères
- ⇒ Parties bornées. Parties convexes

Exercices et Questions de cours

1. **TOUS** Lemme de décomposition des noyaux
2. **TOUS** Soit $A \in \mathcal{M}_n(\mathbb{R})$ et $B = \begin{pmatrix} A & 4A \\ A & A \end{pmatrix} \in \mathcal{M}_{2n}(\mathbb{R})$.
Montrer que A est diagonalisable si et seulement si B est diagonalisable.
3. **TOUS** Normes $\|\cdot\|_1$, $\|\cdot\|_2$ et $\|\cdot\|_\infty$ sur \mathbb{R}^n : définition. Pour une d'entre elles, au choix de l'interrogateur, montrer que c'est une norme.
4. **TOUS** Normes $\|\cdot\|_1$, $\|\cdot\|_2$ et $\|\cdot\|_\infty$ sur $\mathcal{C}([a, b], \mathbb{R})$: définition. Pour une d'entre elles, au choix de l'interrogateur, montrer que c'est une norme.
5. **TOUS BANQUE CCP 37**
On note E l'espace vectoriel des applications continues de $[0; 1]$ dans \mathbb{R} .
On pose, $\forall f \in E$, $N_\infty(f) = \sup_{x \in [0; 1]} |f(x)|$ et $N_1(f) = \int_0^1 |f(x)| dx$.
 - (a) i. Démontrer que N_∞ et N_1 sont deux normes sur E .
ii. Démontrer qu'il existe $k > 0$ tel que, pour tout f de E , $N_1(f) \leq k N_\infty(f)$.
iii. Démontrer que tout ouvert pour la norme N_1 est un ouvert pour la norme N_∞ .
 - (b) Démontrer que les normes N_1 et N_∞ ne sont pas équivalentes.
6. A est diagonalisable si et seulement si l'idéal annulateur de A contient un polynôme scindé à racines simples de $\mathbb{K}[X]$.
7. Interpolation de Lagrange : expression des coordonnées dans la base de Lagrange
8. **Groupe B** Déterminant de Vandermonde
9. Application trace. $tr(AB) = tr(BA)$
10. **Groupe B** Si H est une matrice carrée de rang 1, $H^2 = tr(H)H$
11. **TOUS BANQUE CCP 91**
On considère la matrice $A = \begin{pmatrix} 0 & 2 & -1 \\ -1 & 3 & -1 \\ -1 & 2 & 0 \end{pmatrix} \in \mathcal{M}_3(\mathbb{R})$.
 - (a) Montrer que A n'admet qu'une seule valeur propre que l'on déterminera.
 - (b) La matrice A est-elle inversible ? Est-elle diagonalisable ?
 - (c) Déterminer, en justifiant, le polynôme minimal de A .
 - (d) Soit $n \in \mathbb{N}$. Déterminer le reste de la division euclidienne de X^n par $(X - 1)^2$ et en déduire la valeur de A^n .
12. **TOUS BANQUE CCP 73**
On pose $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 4 & -1 \end{pmatrix}$.

- (a) Déterminer les valeurs propres et les vecteurs propres de A .
- (b) Déterminer toutes les matrices qui commutent avec la matrice $\begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & -2 \end{pmatrix}$.

En déduire que l'ensemble des matrices qui commutent avec A est $\text{Vect}(\text{I}_2, A)$.

13. BANQUE CCP 64

Soit f un endomorphisme d'un espace vectoriel E de dimension n .

- (a) Démontrer que : $E = \text{Im} f \oplus \ker f \implies \text{Im} f = \text{Im} f^2$.
- (b) i. Démontrer que : $\text{Im} f = \text{Im} f^2 \iff \ker f = \ker f^2$.
- ii. Démontrer que : $\text{Im} f = \text{Im} f^2 \implies E = \text{Im} f \oplus \ker f$.

14. BANQUE CCP 90

\mathbb{K} désigne le corps des réels ou celui des complexes.

Soient a_1, a_2, a_3 trois scalaires distincts donnés de \mathbb{K} .

- (a) Montrer que $\Phi : \mathbb{K}_2[X] \longrightarrow \mathbb{K}^3$ est un isomorphisme d'espaces vectoriels.
- $$P \longmapsto (P(a_1), P(a_2), P(a_3))$$

- (b) On note (e_1, e_2, e_3) la base canonique de \mathbb{K}^3 et on pose $\forall k \in \{1, 2, 3\}, L_k = \Phi^{-1}(e_k)$.

- i. Justifier que (L_1, L_2, L_3) est une base de $\mathbb{K}_2[X]$.
- ii. Exprimer les polynômes L_1, L_2 et L_3 en fonction de a_1, a_2 et a_3 .

- (c) Soit $P \in \mathbb{K}_2[X]$. Déterminer les coordonnées de P dans la base (L_1, L_2, L_3) .

- (d) *Application* : On se place dans \mathbb{R}^2 muni d'un repère orthonormé et on considère les trois points $A(0, 1), B(1, 3), C(2, 1)$.

Déterminer une fonction polynomiale de degré 2 dont la courbe passe par les points A, B et C .

Prochain programme : Espaces vectoriels normés

GROUPES DE COLLES (Rem : des changements seront possibles avant le 03 novembre)

Groupe B : classés par ordre croissant des groupes de colles

G 2 : Taffin, Breton , G 4 : Arar, Munir , G 5 : Le Bris, Durand , G 6 : Tous Jacquin, Pohnu, Ribes

G 7 : Queinnec , G 8 : Niangoran, Polydore , G 9 : Verdin , G 10 : Jayad, Laurent

G 12 Tous : Dathevy, Auger , G 13 Tous : Foulon, Chaumont, Morillon , G 14 : Plessis, Varennes , G 15

Briard

Groupe A : les autres