

Sommaire proposé

1. Introduction au calcul tensoriel

- Motivation physique du calcul tensoriel
- Notion de grandeur scalaire, vectorielle et tensorielle
- Importance en mécanique, électromagnétisme et relativité

2. Outils mathématiques de base

- Espaces vectoriels et bases
- Notion de changement de base
- Indices et convention de sommation d'Einstein

3. Tenseurs du premier et second ordre

- Définition d'un tenseur
- Composantes covariantes et contravariantes
- Matrice associée à un tenseur
- Exemples physiques (contraintes, déformations)

4. Opérations sur les tenseurs

- Addition et multiplication
- Produit tensoriel
- Contraction d'indices
- Trace et déterminant d'un tenseur

5. Transformation des tenseurs

- Changement de repère
- Lois de transformation
- Invariance tensorielle
- Tenseurs isotropes

6. Calcul différentiel tensoriel

- Champs tensoriels
- Dérivation partielle tensorielle
- Gradient, divergence et rotationnel en notation tensorielle
- Opérateurs différentiels en coordonnées curvilignes

7. Applications en mécanique des milieux continus

- Tenseur des contraintes
- Tenseur des déformations
- Loi de Hooke généralisée
- Équations d'équilibre

8. Applications en électromagnétisme

- Tenseurs en électrodynamique
- Formulation tensorielle des équations de Maxwell
- Tensor champ électromagnétique

9. Applications en relativité restreinte

- Espace-temps de Minkowski
- Quadrivecteurs
- Tenseur énergie-impulsion
- Invariance relativiste

10. Exercices corrigés

- Exercices fondamentaux sur les opérations tensorielle
- Problèmes de mécanique
- Problèmes d'électromagnétisme
- Applications en physique moderne

11. Annexes

- Rappels mathématiques utiles
- Tables de symboles et notations
- Méthodes de résolution des exercices