

Questions List for the Oral Exam of
MECA0027: Structural and Multidisciplinary Optimization
P. TOSSINGS - P. DUYSINX
Academic Year 2019-2020

Oral Exam: Theory

- Two questions out of the list hereunder. Students can prepare the answer to their questions with the help of their lecture notes (under printing form or using their computer). The total preparation time limited to during at half an hour maximum. One question is taken from the part covered by Prof. Tossings and one question from the part given by Prof. Duysinx.
- Depending on the answers given to these two questions: a series of short questions assessing the student's general knowledge of the course as a whole.

Computer project & TD:

- Assessment of the computer projects on the basis of the delivered reports and the related computer codes.
- The discussion of the project during the third part of the exam.

Question List :

Partim Mrs Tossings

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.

13. Formulation of engineering design problems as constrained optimization problems. Define the concept of design variables, objective function and design constraints, design loop. [*Formulation d'un problème de conception en ingénierie comme un problème d'optimisation numérique sous contraintes. Définir les notions de variables de conception, de fonction objectif et de contraintes ainsi que de boucle d'optimisation*].
14. Derive the explicit expression of displacement constraints using Berke's approach. What are the assumptions to be an exact expression. [*Dériver l'expression explicite des contraintes de déplacement en utilisant l'approche de Berke. Sous quelles hypothèses, l'expression de Berke est-elle exacte ?*]
15. Optimality Criteria (OC) for the mass minimization of structures under a single static load case. Optimality criteria for a structure subject to stress constraints (concept of fully stressed design - FSD). [*Critères d'optimalité d'une structure sous chargement statique : Critère d'optimalité avec des contraintes de tension (Concept de Fully Stressed Design - FSD).*]
16. Optimality Criteria (OC) for the mass minimization of structures under a single static load case. Optimality criteria for a structure subject to a single displacement constraint. [*Critères d'optimalité d'une structure sous chargement statique : Critère d'optimalité avec une seule contrainte de déplacement.*]
17. Optimality Criteria with several displacement and stress constraints. Identify the difficulties of the approach. Why dual methods can solve rigorously the problem of the solution of the sub-problems? [*Critères d'optimalité pour un problème avec plusieurs contraintes de déplacement et de tension. Discuter les difficultés liées à la résolution des sous problèmes. Pourquoi le recours aux méthodes duales permet d'apporter une solution rigoureuse à cette difficulté ?*]
18. Sensitivity analysis using finite difference approach. Discuss the choice of the perturbation step and the strategy to implement finite differences in the framework of iterative solvers. [*Analyse de sensibilité par la méthode des différences finies. Discutez le problème du choix de la perturbation et le cas des problèmes résolus par des équations itératives.*]

19. Sensitivity analysis for static linear analysis problems discretized using finite elements. Derive the first and second order sensitivity equations of the generalized displacements and the expression of a generic response function R. Introduce the concepts of direct and adjoint approaches. *[Analyse de sensibilité des problèmes d'optimisation structurale pour des analyses statiques. Développer les équations des dérivées premières et secondes pour les déplacements généralisés et une fonction de réponse R arbitraire. Introduire les concepts d'approches directes et adjointes.]*
20. Sensitivity analysis for static linear analysis problems discretized using finite elements. Describe the analytical and semi-analytical approaches. Establish the sensitivity expression of displacements, compliance and stresses. *[Analyse de sensibilité des problèmes d'optimisation structurale pour des analyses statiques. Approches analytique et semi-analytique. Sensibilité des déplacements, de l'énergie, des tensions.]*
21. Sensitivity analysis for natural vibration problems discretized using finite elements. Establish the sensitivity expression of natural frequencies and eigen modes. *[Analyse de sensibilité des problèmes d'optimisation structurale pour une analyse vibratoire (fréquences naturelles et modes propres).]*
22. Show that Berke's explicit approximation of displacement is actually a first order approximation. Show that Berke's approximation method is actually a first order Taylor expansion in terms of the reciprocal variables. *[Montrer que l'approximation explicite de Berke pour les déplacements est approximation du premier ordre. Montrer que la méthode d'approximation de Berke est en réalité un développement en série du premier ordre dans l'espace des variables inverses.]*
23. First order approximation schemes in structural optimization: from linear Taylor expansion and reciprocal variable expansion to convex linearization - CONLIN. *[Schémas d'approximation du premier ordre: des approximations linéaires et en variables réciproques à CONLIN.]*
24. Approximation schemes of first order based on the method of mobile asymptotes (MMA family): MMA, GCMMA. *[Schémas d'approximation du premier ordre basés sur la méthode des asymptotes mobiles et ses extensions (MMA Family): MMA, GCMMA]*
25. Shape optimization of structures. Formulation based on parametric CAD models. Sensitivity analysis and concept of design velocity field. Extension to multidisciplinary optimization problems in open object oriented systems.

[Optimisation de forme des structures. Formulation basée sur des modèles CAD paramétriques. Calcul de l'analyse de sensibilité. Notion de champ de vitesse. Extension au cas de problèmes multidisciplinaires dans le cadre d'une approche ouverte orientée objet]

26. Shape optimization of structures based on Level Set description of the geometry and XFEM. Define the concept of Level Set representation and the concept of XFEM. Discuss the sensitivity analysis approach. *[Optimisation de forme des structures basées sur les Courbes de Niveau et les XFEM. Définir les concepts de représentation de la géométrie par la méthode des courbes de niveau et les concepts de base des éléments finis étendus – XFEM. Discuter les approches d'analyse de sensibilité.]*
27. Topology optimization. Formulation of free topology as an optimal material distribution. Statement of the design problem as an optimization problem. Choice of the objective function. Parameterization of the material properties in the porous material. Stability of numerical solutions using filtering techniques. *[Optimisation topologique des structures. Formulation du problème sous forme de distribution de matière. Formulation du problème de conception comme un problème d'optimisation. Choix de la fonction objectif. Paramétrisation des propriétés matérielles. Stabilité des solutions numériques au moyen des méthodes de filtre.]*
28. Topology optimization. Formulation of free topology as an optimal material distribution. Sensitivity analysis of compliance design. Solution approaches using OC or sequential programming. *[Optimisation topologique des structures. Formulation du problème sous forme de distribution de matière. Analyse de sensibilité des problèmes de compliance minimale. Approches de résolution utilisant les OC ou la programmation mathématique.]*