



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

PROVA DISCURSIVA

TG38

PROJETO E ANÁLISE ESTRUTURAL



SUA PROVA

- Além deste caderno contendo **5 (cinco)** questões discursivas **com as respectivas folhas de rascunho**, você receberá do fiscal de prova as folhas de textos definitivos;



TEMPO

- Você dispõe de **4 (quatro) horas** para a realização da prova;
- **2 (duas) horas** após o início da prova, é possível retirar-se da sala, sem levar o caderno de questões;
- A partir dos **30 (trinta) minutos** anteriores ao término da prova é possível retirar-se da sala **levando o caderno de questões**.



NÃO SERÁ PERMITIDO

- Qualquer tipo de comunicação entre os candidatos durante a aplicação da prova;
- Anotar informações relativas às respostas em qualquer outro meio que não seja no caderno de questões e nas folhas de textos definitivos;
- Levantar da cadeira sem autorização do fiscal de sala;
- Usar o sanitário ao término da prova, após deixar a sala.



INFORMAÇÕES GERAIS

- Verifique se seu caderno de questões está completo, sem repetição de questões ou falhas. Caso contrário, **notifique imediatamente o fiscal da sala**, para que sejam tomadas as devidas providências;
- Confira seus dados pessoais, especialmente nome, número de inscrição e documento de identidade e leia atentamente as instruções para preencher as folhas de textos definitivos;
- Para o preenchimento das folhas de textos definitivos, use somente caneta esferográfica, fabricada em material transparente, com tinta preta ou azul;
- Assine seu nome apenas no(s) espaço(s) reservado(s) no cartão de respostas;
- Caso você tenha recebido caderno de cargo **diferente** do impresso em suas folhas de textos definitivos, o fiscal deve ser **obrigatoriamente** informado para o devido registro na ata da sala;
- O preenchimento das folhas de textos definitivos é de sua responsabilidade e **não será permitida a troca de folha de texto definitivo em caso de erro cometido pelo candidato**;
- Para fins de avaliação, serão levadas em consideração apenas os textos das folhas de textos definitivos;
- A FGV coletará as impressões digitais dos candidatos na lista de presença;
- Os candidatos serão submetidos ao sistema de detecção de metais quando do ingresso e da saída de sanitários durante a realização das provas.
- **Boa prova!**

Questão 1

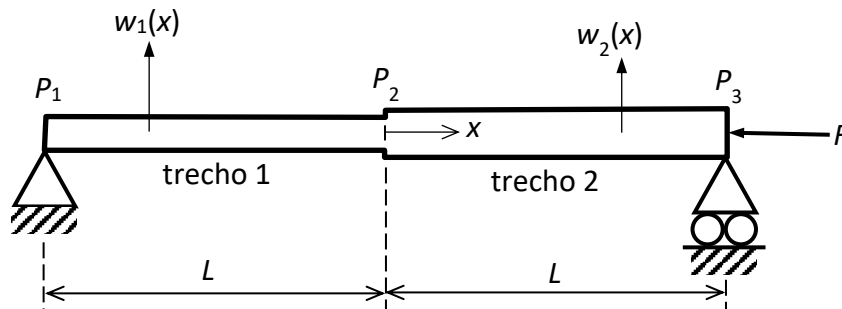
A análise de resposta em frequência pode ser resolvida utilizando variáveis físicas, denominado Método Direto, ou utilizando variáveis modais, denominado Método Modal. Considerando problemas dinâmicos de vibração linear com baixo amortecimento, pede-se:

- A) **Descreva o Método Direto com enfoque no procedimento numérico utilizado e no custo computacional requerido.**
- B) **Descreva o Método Modal com enfoque no procedimento numérico utilizado e no custo computacional requerido.**
- C) **Apresente duas vantagens e duas desvantagens para cada método.**

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30

Questão 2

Uma viga-coluna não-uniforme, simplesmente apoiada nas suas duas extremidades, é formada por dois trechos de mesmo comprimento L conforme ilustra a figura abaixo. O trecho 1 tem rigidez à flexão αEI enquanto o trecho 2 tem rigidez à flexão EI . A viga está sujeita a uma força F na sua extremidade direita, que induz tensões axiais compressivas.



- Obtenha as equações diferenciais de equilíbrio na direção transversal da viga para os trechos 1 e 2 em função dos deslocamentos transversais $w_1(x)$ e $w_2(x)$.
- Resolva as equações diferenciais de equilíbrio, escrevendo as soluções em termos de constantes de integração ainda sem impor condições de contorno ou continuidade.
- Obtenha as condições de contorno nos pontos P_1 e P_3 . Note que a coordenada espacial x tem sua origem em P_2 , no meio da viga.
- Obtenha as condições de continuidade no ponto P_2 .
- No caso em que $\alpha = 1$, qual a carga crítica de flambagem?

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

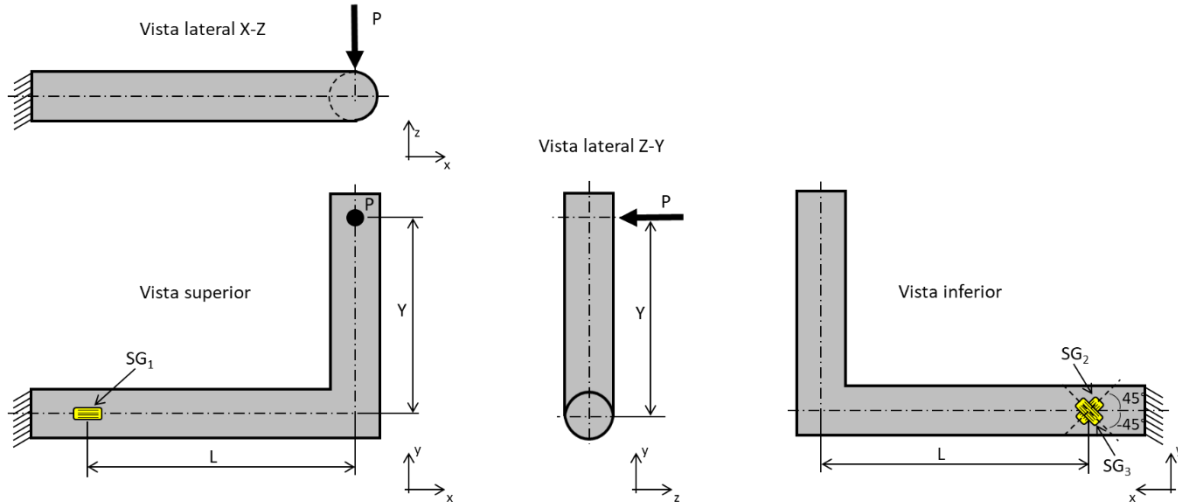
28

29

30

Questão 3

Durante um ensaio, uma carga de magnitude “P”, desconhecida, é aplicada na extremidade de uma viga de seção transversal circular (com diâmetro “D”) numa distância “Y”, também desconhecida, conforme apresentado na figura abaixo. A viga tem três extensômetros uniaxiais elétricos colados na sua superfície: “SG₁”, com orientação normal ao plano da seção transversal, “SG₂” e “SG₃”, colados num ângulo relativo de 45° e -45° respectivamente, numa distância “L” do ponto de aplicação de carga, no plano X-Y. Considerar o material da viga isotrópico, homogêneo. Considerar os valores das deformações ϵ_1 , ϵ_2 e ϵ_3 obtidas durante o ensaio com os extensômetros “SG₁”, “SG₂” e “SG₃” respectivamente.



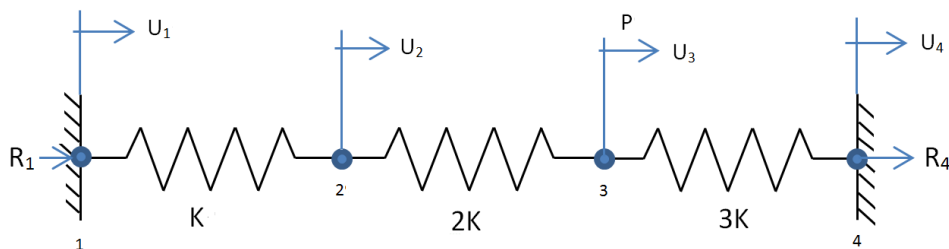
- A) Calcule a tensão de flexão “ σ ” utilizando ϵ_1 e a tensão de cisalhamento “ τ ” utilizando ϵ_2 e ϵ_3 nas posições onde os extensômetros estão colados respectivamente.
- B) Calcule a posição da carga aplicada “Y” em termos da geometria da estrutura, as deformações obtidas e o coeficiente de Poisson “ ν ”.
- C) Calcule o valor da carga aplicada “P”.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30

Questão 4

Sobre o Método de Elementos Finitos aplicado ao cálculo de estruturas pede-se:

- A) Faça uma descrição geral do Método de Elementos Finitos comparando-o com os Métodos Clássicos empregados em análise estrutural.
- B) Descreva de forma sucinta, os passos envolvidos em uma análise estrutural por elementos finitos.
- C) Descrever do ponto de vista do método de elementos finitos, a estratégia a ser empregada para obter as deformações e esforços na vizinhança de uma descontinuidade geométrica (furo, rasgo, entalhe, etc).
- D) No sistema de molas elásticas lineares uma força externa P é aplicada ao nó 3, conforme mostrado na figura a seguir. Considerando que a força $\{F_n\} = [K] \{U_n\}$, utilizando a formulação básica do método de Elementos Finitos encontre as seguintes grandezas:
- D₁ A Matriz de rigidez global do sistema completo $[K]$.
- D₂ Os deslocamento dos nós 2 e 3 (U_2 e U_3).
- D₃ As forças de reação nos nós 1 e 4 (R_1 e R_4).



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

Questão 5

Considerando o emprego de materiais compósitos (ou compostos) em estruturas de satélite e o fato que são utilizados na busca por alta eficiência estrutural (alta resistência e rigidez em relação à massa), responda ao que se pede a seguir.

- A) **Descreva um painel estrutural tipo sanduíche e os materiais comumente empregados em sua construção.**
- B) **Cite quatro modos de falha típicos em painéis estruturais em compósito tipo sanduíche.**
- C) **Descreva uma estrutura tipo laminado em material compósito, os materiais comumente empregados em sua construção e a contribuição de cada elemento constituinte nas propriedades de resistência e de rigidez da estrutura.**
- D) **Apresente as diretrizes de fabricação, citando exemplos de processos, e as diretrizes de projeto para otimizar as propriedades de uma estrutura em material compósito.**

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

Realização

