



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

ASTROFÍSICA DE ONDAS GRAVITACIONAIS (PQ026)



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) Descreva os detetores de ondas gravitacionais baseados na técnica de interferometria a laser explicando o princípio físico de seu funcionamento.
- B) Apresente expressões que quantifiquem a passagem de uma onda gravitacional por um interferômetro.
- C) Explique as principais técnicas utilizadas para aumentar a sensibilidade desses experimentos.
- D) Apresente dois projetos em planejamento, suas principais características e como suas sensibilidades se comparam com os experimentos em operação.

- 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
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

QUESTÃO 2

O ruído em um interferômetro *laser* pode ser dividido em três grandes grupos: ruído sísmico, ruído térmico e ruído(s) quântico(s). Obviamente pode-se (e deve-se, no que diz respeito ao cálculo da relação sinal ruído e/ou da sensibilidade de qualquer interferômetro) subdividir cada uma destas três componentes em subcomponentes. Mas, para o que se segue, considere somente esta divisão mais geral.

Pergunta-se:

- A) Qual destas três componentes de ruído é a que determina a mínima frequência de detecção de um interferômetro em solo?
- B) Suponha que você tenha acesso às instalações de um dado interferômetro *laser*, podendo, inclusive, modificá-la, no sentido de adicionar ou retirar equipamentos e, também, o acesso aos dados deste interferômetro. Como você mediria o ruído sísmico?
- C) Agora suponha que você não tenha acesso aos dados de um interferômetro *laser*. Como você faria para ter conhecimento sobre o ruído térmico?
- D) Recentemente a colaboração LIGO foi capaz de medir (uma das subcomponentes do) ruído quântico devido, por exemplo, ao deslocamento dos espelhos usados no interferômetro (que, como sabemos, é do “tipo” Michelson-Morley), que pesam cerca de 40kg. Comente, qualitativamente, como essa medida foi realizada.

- 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
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

QUESTÃO 3

É consenso que a Teoria da Relatividade Geral (TRG) é a melhor descrição da interação gravitacional. Uma das mais notáveis consequências da TRG é a existência de ondas gravitacionais. Foram necessários cem anos após a publicação da TRG para que as detecções indireta e direta das ondas gravitacionais confirmassem sua existência.

Faça uma descrição da dedução de que as flutuações do espaço-tempo satisfazem uma equação de onda. Nesse contexto, analise os principais aspectos das ondas gravitacionais, tais como, a geração de ondas gravitacionais, o efeito da propagação das ondas gravitacionais em interação com a matéria que se constituiu como o princípio de sua detecção.

- 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
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

QUESTÃO 4

A existência de ondas gravitacionais é certamente uma das previsões mais espetaculares da Teoria da Relatividade Geral de Einstein.

Sobre o tema, responda aos itens a seguir.

- A) Enumere e descreva as fontes astrofísicas e cosmológicas de ondas gravitacionais, classificando-as de acordo com o sistema físico que as produz.**
- B) Discuta ainda características físicas das ondas gravitacionais geradas pelos diferentes tipos de fontes.**

- 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
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

QUESTÃO 5

Com relação às ondas gravitacionais, apresente as detecções/observações já realizadas e discorra sobre a Física e a Astrofísica aprendidas com essas detecções/observações.

- 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
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

Realização

