



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

COSMOLOGIA COM OBSERVAÇÕES E MODELAGEM DA RADIAÇÃO CÓSMICA DE FUNDO EM MICRO-ONDAS E/OU COM O ESTUDO DA TRANSIÇÃO DE 21CM DO HIDROGÊNIO NEUTRO (PQ024)



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 radiação cósmica de fundo em micro-ondas traz o registro da superfície de último espalhamento do Universo e a hipótese da inflação prevê que as flutuações de temperatura e os campos de polarização da radiação cósmica de fundo em micro-ondas devem ser gaussianos.

Sobre o tema, responda aos itens a seguir.

- A) Apresente as ferramentas estatísticas utilizadas para se detectar a não gaussianidade em mapas da radiação cósmica de fundo em micro-ondas. Descreva, sucintamente, cada uma delas.
- B) Indique os ruídos (sinais secundários) que não são gaussianos e que podem contaminar as medidas da radiação cósmica de fundo em micro-ondas. Explique-os.
- C) Se for detectada que a radiação cósmica de fundo em micro-ondas (e não os ruídos que a contaminam) segue uma estatística não gaussiana, quais as hipóteses que poderiam ser lançadas para explicar esse desvio da gaussianidade da radiação cósmica de fundo em micro-ondas?
- D) Cite cinco anomalias na radiação cósmica de fundo em micro-ondas e as explique/descreva sucintamente.

- 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

- A) Discorra sobre os desafios observacionais que devem ser enfrentados para mapear o sinal de 21cm em escalas cosmológicas, incluindo a época da reionização (EoR, $z=7-13$). Discorra, também, sobre os desafios que aparecem em observações em baixos *redshifts*.
- B) Quais são as principais fontes de interferência que devem ser eliminadas para a detecção do sinal de 21cm vindo dessas observações (cosmológicas e da EoR)?
- C) Descreva o tipo (ou tipos) de antena mais comum(ns) usado(s) para essas observações.
- D) Quais os requisitos mais relevantes que devem cumprir os digitalizadores mais recentes usados para captar o sinal de 21cm?

- 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

Nosso ponto de vista como observador do Universo leva em conta nossa localização na superfície de um planeta rochoso de um sistema planetário, que se situa na borda de um braço espiral situado na componente disco fino do plano de uma galáxia espiral barrada SBab. O movimento peculiar do observador, relativo ao fundo cosmológico, também deve ser considerado nas observações da radiação cósmica de fundo em micro-ondas. Como se sabe, além do *foreground* galáctico, há ainda outros contaminantes extragalácticos nas observações da radiação cósmica de fundo em micro-ondas.

Sobre o tema, responda aos itens a seguir.

- A) Explique a anisotropia de dipolo observada nos dados brutos da radiação cósmica de fundo em micro-ondas.
- B) Quais são os contaminantes da Galáxia e em quais intervalos de frequências eles interferem nas medidas da radiação cósmica de fundo em micro-ondas?
- C) Como cada contaminante galáctico precisa ser analisado a fim de ser removido das medidas da radiação cósmica de fundo em micro-ondas?
- D) Descreva os possíveis contaminantes extragalácticos nas medidas da radiação cósmica de fundo em micro-ondas.

- 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 linha de 21cm do HI é um importante traçador da evolução do Universo em épocas primordiais.

A) Explique como se transforma o sinal de 21cm em informação astrofísica: caracterização, modelagem e inferências.

B) Discorra sobre Cosmologia baseada em medidas da linha de 21cm do HI.

Tópicos que devem constar na resposta:

- I. Caracterização, modelagem e inferências sobre o sinal de 21cm.**
- II. Mapas de intensidade em 21cm a serem correlacionados a levantamentos de redshifts de galáxias.**
- III. 21cm como traçador da época de reionização.**
- IV. Relação Tully-Fisher.**

- 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

O espectro de potência das anisotropias de temperatura da radiação cósmica de fundo (RCF) é comumente apresentado em termos dos parâmetros l e $l(l + 1)C_l^{TT}$.

- A) Descreva o significado dessas quantidades.
- B) Apresente as características desse espectro.
- C) A partir das características desse espectro, quais informações podemos obter a respeito dos parâmetros cosmológicos?
- D) O que são anisotropias primárias e anisotropias secundárias?
- E) Explique o que é "variância cósmica".

- 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

