



CURSO AVANÇADO EM
ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA
DO
OBSERVATÓRIO ASTRONÓMICO DE LISBOA

PARADOXOS DA TEORIA DA RELATIVIDADE

MÓDULO CAOAL – TR

Paulo Crawford

Abril de 2012

Conteúdo

Objectivos e Estrutura do Curso	2
Programa do Curso	3
1: Relatividade Restrita	3
1.a- Cinemática Relativista:	3
1.b- Dinâmica e colisões de partícula:	3
2: Como construir uma máquina do Tempo	3
2.a- Viagens no Espaço-tempo	3
2.b- Como resolver os paradoxos do tempo	3
3: O Espaço-tempo curvo: do GPS aos Buracos Negros	4
3.a- O Princípio da Equivalência:	4
3.b- O Funcionamento do GPS.	4
4: O <i>Big Bang</i> e a Expansão do Universo	4
4.a- Os Primeiros Minutos	4
4.b- A Dinâmica e Evolução.	4

Este curso destina-se a pessoas com conhecimentos básicos de Física Clássica (Mecânica e Electromagnetismo) e com vontade de conhecer o pensamento de Einstein, a Teoria da Relatividade e suas aplicações à Cosmologia Moderna. Idealmente, o público alvo seriam as pessoas que já frequentaram os cursos do OAL anteriormente e outras pessoas curiosas ...



Objectivos e Estrutura do Curso

Serão introduzidos os conceitos de tempo relativo, a relatividade da simultaneidade de acontecimentos distantes, o paradoxo dos gémeos e os paradoxos associados às viagens no tempo, bem como a existência de velocidades superiores à da luz, etc.

Falaremos também de viagens no tempo, buracos de minhoca e buracos negros. Explicaremos o papel da teoria da Relatividade no funcionamento do GPS e mostraremos como as velocidades de recessão dos grupos de galáxias, no quadro da expansão do universo, poderão ser muito maiores que a velocidade da luz.

Pretende-se com este curso mostrar a importância da teoria da Relatividade na aplicação ao GPS ou na interpretação dos Modelos Cosmológicos de Big Bang. Serão fornecidos materiais de estudo.

O curso é constituído por 4 aulas de 2h30m cada, que ocorrem aos sábados entre as 10:00 e as 12:30. Não haverá alteração das aulas aos sábados, mas por alguma razão pontual e extemporânea de força maior poderá ser combinada a substituição atempadamente, sendo também informada por email aos participantes. O curso tem uma propina de €100 euros, pagos no acto de inscrição.

As pessoas interessadas devem inscrever-se na página web:

<http://www.oal.ul.pt/index.php?link=cursos>

contacto:

Sandra Fonseca (cursos@oal.ul.pt)

Secretariado e Relações Públicas

Observatório Astronómico de Lisboa

Tapada da Ajuda

1349-018 Lisboa

Tel.: (+351) 21 361 67 31

Fax: (+351) 21 361 67 52



Programa do Curso

Aula nº 1

RELATIVIDADE RESTRITA

- Cinemática Relativista:
 - Os postulados de Einstein (Princípio da Relatividade e Invariância da velocidade da luz no vácuo).
 - Carácter relativo do conceito de simultaneidade para acontecimentos distantes.
 - Transformações de Lorentz entre observadores inerciais.
 - Composição de velocidades.
 - Consequências cinemáticas. Exemplos de dilatação do tempo e contração do espaço.
- Dinâmica e colisões de partícula:
 - Vida média das partículas instáveis. Aceleradores de partículas.
 - Observadores acelerados em Relatividade Restrita.
 - Caso particular de aceleração própria constante e a existência de horizontes, tipo buraco negro.

Aula nº 2

COMO CONSTRUIR UMA MÁQUINA DO TEMPO

- Viagens no Espaço-tempo
 - Velocidades superiores à da luz no vácuo. Taquiões
 - Como visitar o futuro. Ciência ou ficção.
 - Como visitar o passado. Buracos de minhoca.
 - Buracos de minhoca transitáveis.
- Como resolver os paradoxos do tempo
 - Ideias e soluções.



Aula nº 3

O ESPAÇO-TEMPO CURVO: DO GPS AOS BURACOS NEGROS

- A Física do Espaço-tempo curvo.
- O Princípio da Equivalência:
 - Referenciais inerciais locais (RIL).
 - Força Gravitica e curvatura do espaço-tempo.
 - Campo gravitacional estático com simetria esférica.
 - Deslocamento para o vermelho e encurvamento dos raios luminosos.
- O Funcionamento do GPS.
 - O avanço dos relógios dos satélites.
- O tempo nas proximidades de um buraco negro.
- A queda num buraco negro.

Aula nº 4

O *Big Bang* E A EXPANSÃO DO UNIVERSO

- Uma expansão desacelerada.
- Os Primeiros Minutos
 - A época inflacionária.
 - A nucleosíntese cósmica.
- A Dinâmica e Evolução.
 - Dimensão e Idade do Universo.
 - A energia escura e a expansão acelerada do Universo

Paulo Crawford
(Professor e Investigador
da FCUL – OAL)