



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Departamento de Física

Cidade Universitária "José Aloísio de Campos"

Tel/FAX: (079) 3194-6630

49.100-000 – São Cristóvão - SE

PROGRAMA DE DISCIPLINA

Componente Curricular: **FISI0331 – ASTROFÍSICA ESTELAR**

Créditos: 04 créditos Carga Horária: 60 h PEL: 4.00.0

Pré-Requisito: **FISI0261 (PRO) – FISI0328 (PRO)**

Unidade Responsável: DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Ementa: Formação, estrutura e evolução estelar. Transporte de energia no interior estelar. Matéria nuclear, principais reações nucleares e nucleossíntese. Produtos finais da evolução estelar. Rotação, pulsação e perda de massa em estrelas. Sistemas estelares binários. Conceitos de relatividade geral para objetos estelares.

1. OBJETIVOS

Estudar os princípios de Astrofísica Estelar, devendo o aluno alcançar uma compreensão clara desses princípios no campo conceitual e desenvolver habilidade de aplicá-los na resolução de problemas.

2. CONTEÚDOS

I. Conceitos básicos.

Brilho e fluxo; energia. Diluição geométrica. Magnitudes aparente, absoluta e bolométrica. Bandas e sistemas fotométricos. Fotometria e espectroscopia. Índices de cores. Excesso de cor. Absorção interestelar e avermelhamento. Correção bolométrica. Módulo de distância.

II. Características estelares.

Perda de massa e energia. Luminosidade de fótons, de neutrinos e de perda de massa. Corpo negro. Lei de Wien. Equilíbrio termodinâmico. Temperaturas efetiva, de brilho, de cor, de excitação e de ionização. Tipos espectrais e classes de luminosidade. Elementos do diagrama HR. Massa, raio, gravidade, rotação, densidade e composição química. Populações. Conservação de massa e de equilíbrio hidrostático. Pressão. Equação de estado. Gás perfeito. Energias térmica, gravitacional e nuclear. Teorema do virial.

III. Processos nucleares.

Elementos químicos: concepção atomística. Núcleo atômico. Isótopos do H. Fusão nuclear. Noções de probabilidade. Potencial coulombiano e barreira clássica de potencial coulombiano; conceitos gerais de tunelamento. Reações termonucleares. Taxa de ocorrência de reações; seção de choque eficaz. Cadeias pp e ciclo CNO. Nucleossíntese estelar. Processo triplo alfa. Processos nucleares em estrelas massivas (O-B). Captura de nêutrons; processos em estrelas de baixa massa e de massa intermediária; neutrinos.

IV. Energia e matéria.

Fotoneutrinos, produção de pares, processos de plasma, bremsstrahlung e processo Urca. Opacidade; interação matéria-radiação e transições ligado-ligado, ligado-livre e livre-livre; espalhamento por elétrons. Radiação, convecção e condução. Termodinâmica em interiores

estelares: leis da Termodinâmica; lei de Stefan-Boltzmann; calores específicos; expansão adiabática; pressão de radiação. Gás de elétrons. Distribuição de energia de partículas (Maxwell-Boltzmann, Fermi-Dirac e Bose-Einstein). Pressão. Peso molecular médio. Elétrons degenerados não-relativísticos e relativísticos. Gás de fótons. Limite de Eddington.

V. Estrutura estelar.

Politropos: relação pressão-densidade; índice politrópico. Equação de Lane-Emden: soluções e aplicação a casos gerais: gás degenerado não-relativístico e relativístico, condição de pressão constante, condição de densidade constante; condição de temperatura constante; associação a casos de equilíbrio convectivo e de equilíbrio radiativo. Massa de Chandrasekhar. Equações de estrutura estelar e soluções clássicas. Condições de contorno.

VI. Evolução estelar.

Colapso e fragmentação de nuvens interestelares, comprimento e massa de Jeans; proto-estrelas; trajetória de Hayashi. Anãs marrons. Sequência principal: estrelas de baixa e de alta massa. Gigantes vermelhas e ramo das gigantes vermelhas. Flash de He. Ramo assintótico das gigantes. Pulsos térmicos e instabilidade estelar. Estrelas pulsantes e eruptivas. Estrelas Wolf-Rayet. Estágios finais: ventos e superventos; nebulosas planetárias; supernovas e restos de supernovas; injeção de energia e matéria no meio interestelar. Limite de Schonberg-Chandrasekhar. Binárias: classes, características e impactos na evolução estelar; troca de matéria entre estrelas; interação de tipo maré. Anãs brancas, estrelas de nêutrons e buracos negros. Diagrama HR: trajetórias evolutivas; faixa de instabilidade; lacunas; ponto de virada (turnoff); conceito de modelos estelares teóricos e isócronas.

3. COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

O graduando que cursar a disciplina Astrofísica Estelar deve ser capaz de:

- Caracterizar parâmetros estelares observáveis, tanto em aspectos qualitativos, de colocação conceitual de problemas, quanto em aspectos quantitativos, na solução de problemas;
- Aplicar tópicos de Mecânica Estatística, Termodinâmica e Física Nuclear em casos de produção e transporte de energia, e de transporte de matéria em interiores estelares;
- Aplicar modelos gerais de estrutura estelar para descrever propriedades em interiores estelares;
- Descrever processos de evolução estelar, interações da radiação e matéria estelares com o meio interestelar imediato, formação e características de objetos estelares compactos.

4. REFERÊNCIAS

1. Maciel, W. J. **Introdução à Estrutura e Evolução Estelar**; São Paulo: EDUSP, 1999
2. Horvath, J. E. **Fundamentos da Evolução Estelar, Supernovas e Objetos Compactos**; Ed. Livraria da Física, 2011
3. Clayton, D. D. **Principles of Stellar Evolution and Nucleosynthesis**; The University of Chicago Press, 1983
4. Kippenhahn, R. & Weigert, A. **Stellar Structure and Evolution**; Springer-Verlag, 1994
5. Bohm-Vitense, E. **Introduction to Stellar Astrophysics**; Volume 1; Cambridge University Press, 1989
6. Longair, M. S. **High Energy Astrophysics**; Cambridge University Press, 2011
7. Wheeler, J. C. **Cosmic catastrophes: exploding stars, black holes, and mapping the universe**; 2nd ed. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 2007