**Termodinâmica e Estrutura da Matéria**

(LEGM, MEC)

2013-2014

Problemas – Aula 10

Carlos Augusto Santos Silva

[carlos.santos.silva@tecnico.ulisboa.pt](mailto:carlos.santos.silva@tecnico.ulisboa.pt)

Versão 1.0

16-5-2014

# Física Quântica

## Problema 1

Em 1964, a medição dos sinais de rádio emitidos por uma galáxia distante, permitiu descobrir uma radiação de fundo correspondente a um corpo negro que estava a 3K. Esta radiação encontra-se por todo o universo e é um dos factores que sugere a ocorrência do *big bang*.

1. Calcule o comprimento de onda correspondente à intensidade máxima.
2. Calcule o fluxo de radiação do espaço (W/m2)
3. Admitindo que a área do universo é de 2,4x1054 m2, qual a potência radiada pelo universo?
4. Assumindo que todos os fotões da radiação de fundo têm o comprimento de onda obtido em a), estime o número de fotões por segundo.

Nota: A área do universo é calculada a partir da hipótese de que o universo é esférico e têm um raio de 4.35×1026 m

## Problema 2

Considere que a irradiação solar na superfície terrestre é de 1000 W/m2, com um comprimento de onda médio de 550m-9.

1. Quantos fotões atingem a superfície terrestre por m2 e por segundo
2. Qual o momento linear de cada fotão?
3. Qual a variação do momento linear de um fotão refletido ao chocar com a superfície terrestre?

## Problema 3

Um laser de rubi emite num comprimento de onda de λ=694,3nm. Considere um modelo para o laser em que os fotões são emitidos devido a transições de electrões entre os níveis n=3 e n=2 (assuma paredes infinitas)

1. Qual a diferença de energia entre os níveis referidos?
2. Um laser de 2 W de potência, quantos fotões estão a ser emitidos?

## Problema 4

Em 1885, Johann Balmer obteve empiricamente uma fórmula que permitia obter os valores para os comprimentos de ondas das 4 riscas do espectro visível do átomo de hidrogénio , para n=2,3,.. generalizada depois para todas as riscas por Rydberg *m—1* para n>m

Bohr obteve a expressão para n=1,2,...

1. Demonstre que o modelo de Bohr explica o espectro do átomo de hidrogénio que de n=2 para n=3.
2. Em 1896 verificou-se empiricamente que o espectro de uma estrela verificava a expressãoQual o gás das estrela, utilizando a fórmula de Rydberg genérica , para um gás com número atómico Z.

**Nota**: Um 1eV=1.6×10−19 J

**Soluções**

## Problema 1

1. Segundo a lei de Wien , logo
2. Calcule o espaço como um corpo negro, o fluxo de calor emitido pelo universo é dado por
3. Assumindo que a área do universo é de 4,3x1054 m2, então a potência radiada por todo o universo é
4. Assumindo que o comprimento de onda dos fotões é de , a energia de cada um dos fotões é , com , logo

## Problema 2

1. A energia de cada um dos fotões é , com , logo

Se a energia radiada pelo sol por segundo por m2 é de logo o número N de fotões emitidos que atingem a terra por m2 por segundo é dada por

1. Qual o momento linear de cada fotão é dado pela expressão
2. Se o fotão incidir perpendicularmente e for reflectido, a velocidade de saída vai ser a mesma mas em sentido contrário. Neste caso, a variação do momento linear será igual 2p.

## Problema 3

1. A diferença de energia entre os dois níveis é , com , logo
2. Num laser de 2W=2J/s, temos que o número de fotões é de fotões

## Problema 4

1. Pela expressão de Balmer temos que *m—1*

o que significa que o salto de 2 para 3 =

Pelo modelo de Borh para o átomo de hidrogénio temos que

Pela expressão de Plank, temos que

OS valores são semelhantes

1. Desenvolvendo a expressão temos que Logo, o gás é o Hélio.

A energia radiada pelo universo por segundo é , logo o número de fotões emitidos pelo universo por segundo é