

ÍNDICE

PREFÁCIO

1 INTRODUÇÃO

2 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES SOBRE DATAÇÃO

2.1 Arte pré-histórica

2.2 Os tempos geológicos

2.3 A antiguidade do Homem

2.4 As alterações climáticas no passado

2.4.1 Modelos baseados em trabalhos de geomorfologia e estratigrafia

2.4.2 Modelos baseados em estudos da fauna

2.4.3 Modelos baseados em estudos da flora

2.5 A periodização de utensílios humanos

2.6 Os primeiros métodos de datação absoluta

2.6.1 Varvas

2.6.2 Dendrocronologia

2.7 Datação absoluta com base na radioactividade

Referências bibliográficas

PARTE I • A RADIOACTIVIDADE

3 RADIOACTIVIDADE NATURAL

3.1 Descoberta da radioactividade

3.2 O polónio e o rádio

3.3 O actínio e a emissão do rádio

3.4 O urânio X

3.5 A emissão do tório, o tório X e o tório A

3.6 Lei do decaimento radioactivo

3.7 Primeiras noções sobre a natureza e características das radiações

3.8 Descoberta de novas substâncias radioactivas naturais. Isótopos. O protactínio

3.9 Progressos no estudo da estrutura do átomo

3.10 Classificação das substâncias descendentes do urânio e do tório

3.10.1 Isómeros

3.10.2 Famílias radioactivas

3.10.3 O frâncio e o ástato

3.11 Equações gerais do decaimento. Equilíbrio radioactivo

3.11.1 Equilíbrio transitório

3.11.2 Equilíbrio secular

3.11.3 Caso em que não há equilíbrio

3.11.4 Equações de Bateman

3.11.5 Decaimentos paralelos

3.12 Unidades de actividade

3.13 Radionuclídeos primordiais

3.14 Radiação cósmica

3.15 Radionuclídeos cosmogénicos

3.15.1 Carbono 14

3.15.2 Berílio 10, alumínio 26 e cloro 36

Referências bibliográficas

4 PROCESSOS DE DECAIMENTO RADIOACTIVO

4.1 Introdução

4.2 Decaimento alfa

4.2.1 Condição necessária para o processo ser energeticamente possível

4.2.2 Estrutura fina do espectro das partículas

4.2.3 Regra empírica de Geiger-Nuttall

4.3 Decaimento beta

4.3.1 Diagrama próton-neutrão dos núcleos estáveis. Carta de nuclídeos

4.3.2 Decaimentos β^- e β^+

4.3.2.1 Espectro das partículas β

4.3.2.2 Condição necessária para os processos serem energeticamente possíveis

4.3.3 Decaimento por captura electrónica

4.3.4 Modos como se reparte a energia de decaimento pelos produtos que dele resultam

4.4 Desexcitação de estados nucleares

4.4.1 Transições electromagnéticas

4.4.2 Transições por conversão interna

Referências bibliográficas

5 RADIOACTIVIDADE ARTIFICIAL

5.1 As primeiras transmutações provocadas

5.2 Os primeiros aceleradores de partículas

5.3 A descoberta da radioactividade artificial

5.4 Os primeiros radioelementos artificiais

5.5 As primeiras reacções nucleares com neutrões

5.6 Fissão nuclear provocada

5.7 Fissão nuclear espontânea

5.8 A descoberta dos primeiros elementos transuranianos

5.9 O primeiro reactor nuclear e os primeiros passos na química do plutónio

5.10 O Projecto Manhattan

5.11 Reactores nucleares para fins pacíficos

5.12 A descoberta de novos elementos transuranianos

5.12.1 Elementos 95 e 96

5.12.2 Elementos 97 e 98

5.12.3 Elementos 99 e 100

5.12.4 Elemento 101

5.12.5 Elemento 102

5.12.6 Elemento 103

5.13 Os elementos transactinídeos ($Z > 103$)

5.13.1 Elementos 104 e 105

5.13.2 Elemento 106

5.13.3 Elementos 107, 108 e 109

5.13.4 Elementos 110, 111 e 112

5.13.5 Elementos de $Z > 112$

Referências bibliográficas

6 INTERACÇÃO DAS RADIAÇÕES COM A MATÉRIA

- 6.1 Partículas α
 - 6.1.1 Processos de interacção
 - 6.1.1.1 Dispersão inelástica
 - 6.1.1.2 Dispersão elástica
 - 6.1.1.3 Emissão de radiação de *bremstrahlung*
 - 6.1.2 Poder de paragem e ionização específica
 - 6.1.3 Alcance
- 6.2 Partículas β
 - 6.2.1 Processos de interacção
 - 6.2.2 Absorção e transmissão
 - 6.2.3 Poder de paragem
 - 6.2.4 Transferência linear de energia
- 6.3 Radiações γ e X
 - 6.3.1 Efeito fotoeléctrico
 - 6.3.2 Efeito Compton
 - 6.3.3 Produção de pares
 - 6.3.4 Atenuação
- 6.4 Neutrões
 - 6.4.1 Dispersão elástica
 - 6.4.2 Dispersão inelástica
 - 6.4.3 Captura radiativa
 - 6.4.4 Transmutação nuclear
 - 6.4.5 Secções eficazes
- 6.5 Dose de radiação absorvida
- 6.6 Exposição às radiações e normas de segurança

Referências bibliográficas

7 DETECÇÃO E ESPECTROMETRIA DAS RADIAÇÕES

- 7.1 Introdução
- 7.2 Emulsões fotográficas
- 7.3 Detectores gasosos
 - 7.3.1 Câmaras de ionização
 - 7.3.2 Contadores proporcionais
 - 7.3.2.1 Aplicação em espectrometria de raios X
 - 7.3.2.2 Pico de escape
 - 7.3.2.3 Resolução
 - 7.3.3 Contadores Geiger-Müller
- 7.4 Detectores de cintilação
 - 7.4.1 Cintiladores orgânicos
 - 7.4.2 Cintiladores inorgânicos
 - 7.4.2.1 Princípio de funcionamento
 - 7.4.2.2 Detectores de NaI(Tl)
- 7.5 Detectores semicondutores
 - 7.5.1 Efeito das impurezas nos semicondutores
 - 7.5.1.1 Semicondutores de tipo n
 - 7.5.1.2 Semicondutores de tipo p

- 7.5.1.3 Compensação
- 7.5.1.4 Junção p-n
- 7.5.2 Processo de funcionamento
- 7.5.3 Tipos
 - 7.5.3.1 Detectores de germânio
- 7.6 Espectrometria de raios γ
 - 7.6.1 Analisadores de alturas de impulsos
 - 7.6.2 Características dos espectros
 - 7.6.2.1 Raios γ com energias menores que 1022 keV
 - 7.6.2.2 Raios γ com energias maiores que 1022 keV
 - 7.6.2.3 Efeitos de adição
 - 7.6.3 Calibração
- 7.7 Análise por activação com neutrões
 - 7.7.1 Variantes do método de análise
 - 7.7.2 Método instrumental (INAA)
 - 7.7.2.1 Técnica
 - 7.7.2.2 Identificação dos radionuclídeos
 - 7.7.2.3 Determinação das áreas dos picos
 - 7.7.2.4 Determinação das concentrações elementares
 - 7.7.2.5 Interferências devidas a reacções nucleares com outros elementos
 - 7.7.2.6 Sensibilidade e precisão

Referências bibliográficas

8 DATAÇÃO ABSOLUTA COM BASE NA RADIOACTIVIDADE

- 8.1 Introdução
- 8.2 Método do urânio-chumbo
 - 8.2.1 Primeira fase de desenvolvimento
 - 8.2.2 Fases posteriores de desenvolvimento
- 8.3 Método do potássio-árgon
 - 8.3.1 Processo da isócrona
 - 8.3.2 Processo do árgon-árgon
 - 8.3.3 Limites de aplicabilidade
- 8.4 Método do radiocarbono
 - 8.4.1 Fundamento. Postulados de Libby
 - 8.4.2 Primeiras aplicações. Consequências
 - 8.4.3 Falsidade do primeiro postulado
 - 8.4.4 Datas convencionais de radiocarbono
 - 8.4.5 Primeiras curvas de calibração baseadas na dendrocronologia
 - 8.4.5.1 Variação do teor de ^{14}C na atmosfera com o tempo. Causas
 - 8.4.5.2 Consequências da calibração
 - 8.4.6 Evolução técnica
 - 8.4.7 Contributos para prolongar a curva de calibração
- 8.5 Métodos baseados em radionuclídeos cosmogénicos produzidos *in situ*
 - 8.5.1 Método do $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$
 - 8.5.2 Método do ^{36}Cl
- 8.6 Método das séries do urânio e do actínio em desequilíbrio

- 8.6.1 Método do $^{238}\text{U}/^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$
- 8.6.2 Método do $^{235}\text{U}/^{231}\text{Th}/^{231}\text{Pa}$
- 8.7 Métodos de luminescência
 - 8.7.1 Termoluminescência (TL)
 - 8.7.1.1 Fundamento
 - 8.7.1.2 Técnicas
 - 8.7.1.3 Medição
 - 8.7.1.4 Teste do patamar
 - 8.7.1.5 Determinação da paleodose
 - 8.7.1.6 Determinação da dose anual
 - 8.7.1.7 Limites de aplicabilidade
 - 8.7.2 Luminescência estimulada opticamente (OSL)
 - 8.7.2.1 Medição
 - 8.7.2.2 Limites de aplicabilidade
- 8.8 Método de ressonância paramagnética electrónica

Referências bibliográficas

PARTE II • CONTRIBUTOS PARA A HISTÓRIA DA ARTE

9 DATAÇÃO DE OBRAS DE ARTE MÓVEL PALEOLÍTICA

- 9.1 Introdução
- 9.2 Arte do Paleolítico Inferior e Médio
- 9.3 Arte do Paleolítico Superior
 - 9.3.1 Aurinhacense
 - 9.3.2 Gravettense
 - 9.3.3 Solutrense
 - 9.3.4 Magdalenense

Referências bibliográficas

10 DATAÇÃO DE OBRAS DE ARTE PARIETAL PALEOLÍTICA

- 10.1 Introdução
- 10.2 Arte do Aurinhacense
- 10.3 Arte do Gravettense
- 10.4 Arte do Solutrense
- 10.5 Arte do Magdalenense
 - 10.5.1 Orla cantábrica
 - 10.5.2 Região pirenaica

Referências bibliográficas

11 DATAÇÃO DE OBRAS DE ARTE RUPESTRE PALEOLÍTICA

- 11.1 Introdução
- 11.2 Método da microerosão
 - 11.2.1 Fundamento
 - 11.2.2 Aplicação às gravuras do vale do Côa
 - 11.2.3 Estudo complementar por análise interna
- 11.3 Método do ^{36}Cl
 - 11.3.1 Aplicação às gravuras do vale do Côa
- 11.4 Datação «directa» pelo radiocarbono
 - 11.4.1 Comentários preliminares

11.4.2 Datação das gravuras do Côa, realizada por Watchman

11.4.3 Datação das gravuras do Côa, realizada por Dorn

11.5 Datação indirecta

Referências bibliográficas

12 AUTENTICAÇÃO DE OBRAS DE ARTE

12.1 Introdução

12.2 Pinturas de cavalete

12.2.1 Datação baseada na radioactividade natural do branco-de-chumbo

12.2.2 Datação pelo radiocarbono

12.3 Obras de terracota e cerâmica

12.3.1 Datação pela termoluminescência usando a técnica da pré-dose

12.3.2 Datação de esculturas de estilo clássico

12.3.3 Datação de cerâmicas da dinastia T'ang

12.3.4 Datação de esculturas de estilo renascentista

12.3.5 Datação de urnas zapotecas pré-colombianas

12.4 Obras de metal

Referências bibliográficas

13 EXAME DE OBRAS DE ARTE POR MEIO DE NEUTRÕES

13.1 Introdução

13.2 Auto-radiografia de pinturas de cavalete

13.2.1 Prática

13.2.1.1 Irradiação com neutrões

13.2.1.2 Exposição, revelação e fixação das películas

13.2.1.3 Repetição do processo ao longo do tempo

13.2.2 Efeitos da acção das radiações

13.2.3 Vantagens

13.2.4 Exemplos de aplicação

13.2.4.1 Pintura de Van Dyck

13.2.4.2 Pintura de Rembrandt

13.2.4.3 Pintura de Vermeer

13.3 Análise dos materiais constituintes de obras de arte

13.3.1 A prata da ourivesaria sassânida

13.3.1.1 Técnica de análise

13.3.1.2 Resultados e conclusões

13.3.2 O calcário da escultura e monumentos franceses medievais

13.3.2.1 Calcários da bacia de Paris

13.3.2.2 Calcários da região de Caen

13.3.2.3 Considerações finais

Referências bibliográficas

CRÉDITOS DE IMAGENS