



LISTA DE EXERCÍCIOS – QUÍMICA NUCLEAR

ATENÇÃO: Algumas questões necessitarão de consulta à:

- Tabela Periódica dos Elementos;
Em: www.ptable.com
- Carta de núclídeos estáveis e radioativos;
Em: www.nuclear.nsd.cn/nuclear/chart1.asp
www.nuclear.nsd.cn/nuclear/chart2.asp
...
www.nuclear.nsd.cn/nuclear/chart18.asp
- Tabela de massas atômicas dos núclídeos estáveis e instáveis;
Em: Página do SIGAA da disciplina
- Valores de massas de referência:
 $1,0 \text{ u} = 1,0 \text{ Da} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Massa do próton: $1,67012 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Massa do elétron: $9,10938 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Massa do nêutron: $1,67243 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Massa da partícula alfa: $3,727323 \cdot 10^9 \text{ eV}/c^2$

Modelo Padrão de Partículas

- 1) Por que o experimento de Rutherford leva à conclusão da existência de um núcleo massivo e positivo?
- 2) Determine a massa do elétron, em quilogramas, sabendo que a produção de um par elétron-pósitron pode ocorrer com encontro de dois fótons de energia 511keV cada.
- 3) Determine a energia liberada pela aniquilação de 1,0kg de matéria ordinária com 1,0kg da sua respectiva antimatéria. Por quanto tempo essa energia poderia sustentar o consumo energético MUNDIAL, estimado em $5 \cdot 10^{20} \text{ J}$ por ano?
- 4) O Sol é a estrela responsável pela manutenção da vida na Terra. Sabendo-se que ele emite energia a uma taxa aproximada de $4,0 \cdot 10^{26} \text{ J/s}$ para o espaço, determine quanto de massa o Sol perde por dia para emitir essa quantidade de energia.
- 5) Quais são as forças fundamentais conhecidas da natureza? Elas atuam sobre quais propriedades das partículas? Quais são as suas respectivas partículas mediadoras?
- 6) Verdadeiro ou Falso?
 - () Um processo nuclear mediado pela força fraca pode levar uma partícula de um sabor a outra de sabor diferente;
 - () Um próton nuclear possui carga de cor diferente de branco;
 - () Quarks podem trocar cargas de cor a partir de glúon de cor única;
 - () Mésons podem ser formados por duas cargas de “anticor”.

Comportamento de Partículas

7) Diferencie:

- a) hádrons e léptons;
- b) quarks e glúons;
- c) bósons e férmions;
- d) elétrons e pósitrons.

8) Um gás oxigênio, por exemplo, confinado em um recipiente terá sua distribuição de partículas em diferentes estados a partir da descrição de Maxwell-Boltzmann (caso clássico). Mas ele é composto por partículas fermiônicas (prótons, nêutrons e elétrons). Por que isso é possível do ponto de vista do comprimento de onda térmico de DeBroglie?

9) Determine o comprimento de onda térmico de DeBroglie para gás carbônico a 0°C confinado em uma garrafa PET com volume de 2,0 litros.

10) Mostre que a probabilidade de encontrar uma partícula num estado de energia igual à energia de Fermi é 50% para qualquer valor de temperatura acima do zero absoluto (sistema de Fermi-Dirac).

11) Um sistema fermiônico tem energia de Fermi de 38MeV e está a uma temperatura de 50K. Qual a probabilidade de encontrar uma partícula num estado de energia igual ao dobro da energia de Fermi? Qual é a temperatura de Fermi desse sistema?

12) Um sistema bosônico se encontra à temperatura de 253°C negativos. O fator "A" da distribuição de Bose-Einstein pode ser considerado igual a 1,0. Determine a energia do estado que possui 80% de ocupação de partículas (em elétron-volt).

Radiação

13) Um acelerador de partículas produz um feixe de radiação particulada composta por íons de nitrogênio com energia de 1,7MeV. Qual a velocidade desses íons, em km/h?

14) Uma partícula alfa é emitida do Sol pelo vento solar com velocidade aproximada de 400,0km/s. Qual a energia dela? Quanto tempo ela leva para chegar à Terra, distante 150 milhões de quilômetros do Sol? (apenas para comparação, a luz leva cerca de 8 minutos para sair do Sol e chegar à Terra).

15) A luz visível compreende à faixa do espectro eletromagnético de comprimento de onda entre 400nm e 700nm. Qual a energia dos fótons de luz visível? Considerando que uma lâmpada vermelha (de comprimento de onda 700nm) tem uma potência de 20W, quantos fótons ela emite por segundo?

16) Os elementos químicos a seguir emitem radiação gama com as energias indicadas. Determine a frequência dos fótons emitidos e o comprimento de onda associado.

- a) Cobalto-60 (1,33MeV);
- b) Ferro-53 (3,04MeV).

17) O que são radiações ionizantes? Cite exemplos.

Estrutura e Propriedades Nucleares

- 18) Quais isótopos do kriptonio e do selênio são isótonos entre si?
- 19) Quais isótopos do argônio e do cálcio são isótonos do potássio-40?
- 20) Usando a fórmula empírica de determinação do raio atômico a partir da massa atômica, determine a diferença percentual entre o raio do potássio-40 e do carbono-12.
- 21) Determine, para os seguintes nuclídeos: Co-60 e Cf-252 (Usar a tabela de massas atômicas)
- a energia de ligação;
 - a energia de ligação por nucleon;
 - a energia de separação de um próton;
 - a energia de separação de um nêutron.
- 22) Para o potássio-40, determine a DIFERENÇA de energia necessária para retirar dois prótons de seu núcleo simultaneamente e sucessivamente.
- 23) Quantos nucleons estariam presentes em $1,0\text{m}^3$ de matéria nuclear?
- 24) Calcule a densidade de massa nuclear para os seguintes nuclídeos: cálcio-40 e ouro-197. A diferença entre esses resultados é de quantos por cento?
- 25) Se enchêssemos uma garrafa de refrigerante (volume 2,0 litros) com matéria nuclear (densidade aproximada em 1.10^{17}kg/m^3), mercúrio (densidade $13,6\text{g/cm}^3$), matéria do “planeta Terra médio” (pesquise sua massa e seu raio), matéria “solar média” (pesquise massa e raio solar) e matéria de uma “estrela de nêutrons média” (massa igual à do Sol e raio 10km), qual seria a massa contida dentro da garrafa em cada caso?
- 26) A partir da fórmula semi-empírica da gota líquida, calcule a massa do ouro-197 e do oxigênio-16. Os resultados obtidos tem uma diferença percentual de quanto em relação ao medido experimentalmente?

Carta de Nuclídeos e Radioatividade

- 27) Escreva a equação nuclear balanceada corretamente para:
- decaimento alfa do califórnio-250;
 - decaimento beta menos do criptonio-87;
 - decaimento alfa do protactínio-225;
 - decaimento beta mais do ítrio-83;
 - captura eletrônica do arsênio-73;
 - captura eletrônica do berílio-7.
- 28) Qual partícula foi emitida para ocorrerem as seguintes transmutações nucleares? (Justifique a partir de comprovação pela equação nuclear correspondente)
- sódio-24 para magnésio-24;
 - tório-228 a rádio-228;
 - plutônio-238 a urânio-234;
 - prata-112 a cádmio-112.

29) O netúnio-237 sofre uma série de decaimentos sucessivos, emitindo, em cada etapa, as seguintes partículas: alfa, beta, alfa, alfa, beta, alfa, beta, alfa. Determine:
a) O nuclídeo filho final;
b) A diferença entre a energia de ligação do nuclídeo filho final e do netúnio-237;
c) Com base na resposta da letra b, é possível afirmar qual dos dois nuclídeos é mais estável? Justifique.

30) O cloro-38 vira argônio-38 com um tempo de meia-vida de 37 minutos. Determine:
a) tipo de emissão nuclear envolvida;
b) vida média do processo;
c) constante de desintegração radioativa, em s^{-1} .

31) Os elementos Dy-155, Cs-137 e Ce-134 são radioativos. A partir da consulta na carta de nuclídeos, ordene-os em termos de maior:
a) meia-vida;
b) vida média;
c) constante de desintegração radioativa, na mesma unidade de medida.

32) O flúor-17 tem tempo de meia-vida de aproximadamente 65 segundos. Considere uma amostra contendo um milhão de átomos radioativos desse nuclídeo.
a) Quanto tempo será necessário para ocorrer o primeiro decaimento?
b) Quanto tempo será necessário para restar apenas um nuclídeo radioativo na amostra?

33) O actínio-227 vira frâncio-223 por uma emissão alfa de tempo de meia-vida de, aproximadamente, 13 anos. Considerando-se uma amostra inicial de nuclídeos-pai, determine:
a) O tempo necessário para que o número de nuclídeos-pai fique 10% menor que o inicial;
b) O tempo necessário para o número de nuclídeos-pai seja 10% do inicial.

34) Qual a porcentagem remanescente de carbono-14 numa amostra com idade de 3 mil anos? E se fosse uma amostra de trítio após 12 anos?
(pesquise as meias-vidas na carta de nuclídeos)

35) O rádio-224 decai em radônio-220 com meia-vida de 3,6 dias. Ao mesmo tempo, o radônio-220 também decai e vira polônio-216 com meia-vida de 55 segundos. Supondo-se que uma amostra inicial tenha 1 bilhão de nuclídeos de rádio-224, determine a quantidade de rádio-224, radônio-220 e polônio-216 após:
a) 1 hora;
b) 24 horas;
c) 30 dias.

Reações Nucleares

36) O sódio-24 decai a magnésio-24. Escreva a equação nuclear que governa o processo e determine a energia liberada no decaimento.

37) Qual é a energia emitida pela fissão de $1\mu\text{g}$ de plutônio-234? Sabe-se que ele emite alfa (escreva a equação nuclear e balanceie para auxiliar nos cálculos).

38) Qual é a energia liberada na fusão de $1,0\text{g}$ de lítio-7 pela reação abaixo?
 $\text{Li-7} + \text{H-1} \rightarrow 2. (\text{He-4})$

39) Complete as equações nucleares a seguir de forma coerente. Depois, balanceie as equações e prove que conservam os números bariônicos e leptônicos:

- a) $\text{Am-244} \rightarrow \text{I-134} + \text{Mo-107} + 3(?)$
- b) $\text{Pu-239} + n \rightarrow (?) + \text{In-139} + 3n$
- c) $(?) + 1p \rightarrow \text{Na-21} + \gamma$
- d) $(?) + \text{H-2} \rightarrow n + \text{Ar-36}$
- e) $\text{C-14} \rightarrow \text{N-14} + \beta^- + (?)$

Reatores Nucleares

40) Sobre os reatores nucleares, responda:

- a) Quais as dificuldades atuais de se fazer um reator de fusão para geração de energia elétrica?
- b) Qual a função do “moderador” e do “controlador” no núcleo de um reator de fissão nuclear?
- c) O que é o processo de enriquecimento de urânio e porque ele é importante para o funcionamento de um reator nuclear?

Dosimetria:

41) Determine a atividade radioativa de uma amostra contendo:

- a) 1,0mg de rádio-226 (meia-vida de 1600 anos);
- b) 1,0g de dióxido de urânio-235 (UO_2), cuja meia-vida é 710 milhões de anos.

42) Após 15s transcorridos em uma amostra contendo material radioativo, a atividade dela foi reduzida a 60% da atividade inicial. Determine:

- a) o tempo de meia-vida da amostra;
- b) o tempo necessário para a atividade chegar a 1/100 do valor inicial.

43) Uma técnica médica para saber a quantidade total aproximada de sangue em uma pessoa é por meio de nuclídeos radioativos. Para isso, uma solução aquosa de 5,0ml contendo enxofre-35 (meia-vida de 87,4 dias) foi injetada na veia do paciente. Após 30 minutos, 10ml de sangue foram colhidos. Sabendo-se que a atividade inicial da solução era $300\mu\text{Ci}$ e que a atividade medida para o material colhido foi de $0,025\mu\text{Ci}$, determine o volume de sangue do paciente.

44) Uma amostra de 2,0kg recebe radiação beta e absorve 1,5J de energia. Determine a dose absorvida e a dose equivalente (esta última em *rem* e *Sv*).

45) Uma dose equivalente de 10.000mSv pode levar à morte em poucos minutos. Quanto de energia um adulto médio de 80kg precisa absorver das seguintes radiações para ter sido exposto a essa dose equivalente rapidamente fatal?

- a) Raios-X;
- b) Alfa;
- c) Nêutrons de 10MeV.

46) A dose equivalente estimada que uma pessoa recebe ao longo de um ano por estar simplesmente consumindo alimentos que naturalmente possuem isótopos radioativos (como a banana, por exemplo) é cerca de 30mrem. Determine a taxa temporal de dose absorvida, em unidades do SI. Considere o “Fator Peso” da radiação como um valor estimado em $2,0\text{Sv/Gy}$.

Proteção Radiológica

47) Quais são os princípios básicos de proteção radiológica? Dê exemplos práticos, conforme discutido em sala de aula.

48) Um dos isótopos do tecnécio é o de tecnécio-99m (o “m” significa “metaestável”). Ele decai com uma meia-vida aproximada de 6,0h por emissão gama para tecnécio-99. Uma massa de 165mg desse elemento é diluída em um béquer de 10,0ml de água. Em seguida, essa solução é colocada dentro de uma piscina olímpica (pesquise seu tamanho e volume de água) e, depois que o sistema se equilibra, um volume de água de 10ml da piscina é colocado novamente dentro do béquer inicial. Determine a atividade radioativa da amostra ANTES e DEPOIS de ter sido feita a diluição.

49) Uma fonte de radiação beta tem atividade de $20\mu\text{Ci}$ e ela emite as partículas de forma isotrópica esfericamente. Determine:

- quantas partículas beta por segundo atingem um pedaço de superfície esférica IMAGINÁRIA de área $2,0\text{m}^2$ localizado a 10,0m da fonte beta.
- quantas partículas por segundo seriam medidas caso a distância dessa superfície imaginária fosse aumentada para 100,0m da fonte.

50) Os coeficientes de atenuação em massa para raios-X de 15keV em água e em cálcio (dos ossos, por exemplo) valem, aproximadamente, respectivamente, $0,3\text{cm}^2/\text{g}$ e $60\text{cm}^2/\text{g}$. Determine:

- qual a distância dentro desses materiais é suficiente para atenuar o feixe a 5% da intensidade inicial.
- o percentual remanescente da intensidade do feixe ao atravessar 5,0cm de cada um desses materiais.

Divirtam-se!
Prof. Marcelo