



XXII Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul - 2023

modalidade

EM2

Nº de Inscrição:

18

18 de novembro



das 14h às 17h30



3h e 30min de duração



7 questões analítico-expositivas

QUESTÕES – TOTAL: 10,0 PONTOS

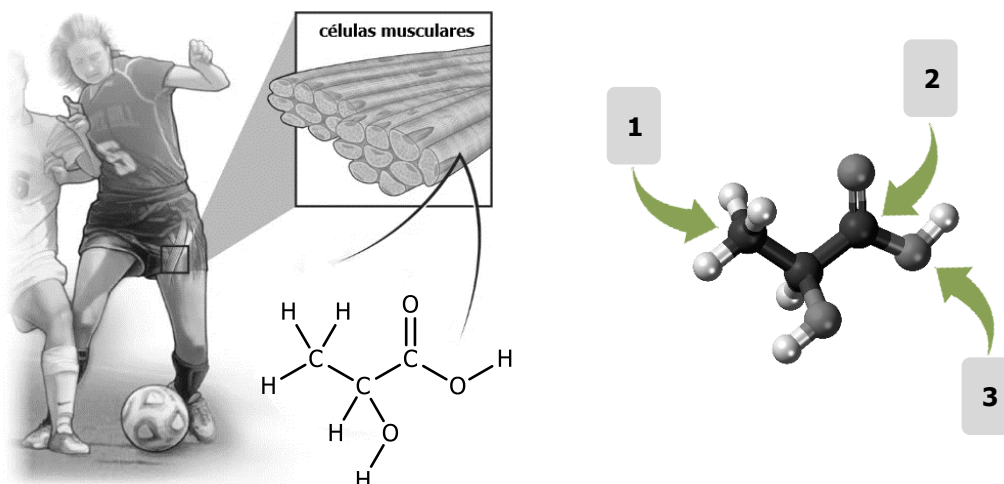
Consulte a Tabela Periódica no final da prova

Questão 01

(1,0 ponto)

Ligações covalentes são ditas “direcionais”, pois entre dois átomos só pode existir uma direção no compartilhamento eletrônico. A partir disso, em moléculas, os átomos orientam outros átomos a eles diretamente ligados, com arranjos espaciais diversos, que estudamos como geometrias moleculares. Em moléculas orgânicas grandes, com muitos átomos, temos vários pontos em que os átomos apresentam geometrias específicas para seus átomos vizinhos.

Tomemos por exemplo o ácido láctico, que é um combustível para as células durante exercícios intensos, como num jogo de futebol. Produzido quando o corpo decompõe a glicose e outros carboidratos, a molécula de ácido láctico tem sua estrutura exibida abaixo. Na imagem, três átomos estão destacados (1, 2 e 3). Esses átomos arranjam os demais átomos imediatamente vizinhos com uma geometria específica.







Considere agora a seguinte relação de substâncias:

Tetracloro de silício	Tetrafluoreto de Enxofre	Cloreto de tionila	Trifluoreto de boro	Difluoreto de xenônio	Sulfeto de hidrogênio
SiCl_4	SF_4	SOCl_2	BF_3	XeF_2	H_2S

- Na molécula de ácido láctico, qual a geometria adotada pelos átomos 1, 2 e 3, respectivamente?
- Dentre as substâncias abordadas no quadro acima, qual/quais apresentam a mesma geometria adotada pelo átomo 1 da molécula de ácido láctico? Justifique exibindo as fórmulas eletrônicas e estruturais.
- Dentre as substâncias abordadas no quadro acima, qual/quais apresentam a mesma geometria adotada pelo átomo 2 da molécula de ácido láctico? Justifique exibindo as fórmulas eletrônicas e estruturais.
- Dentre as substâncias abordadas no quadro acima, qual/quais apresentam a mesma geometria adotada pelo átomo 3 da molécula de ácido láctico? Justifique exibindo as fórmulas eletrônicas e estruturais.

**Questão 02** _____ (1,0 ponto)

As imagens a seguir apresentam exemplos de materiais queimando, além de um dos combustíveis de cada material. Esses componentes, quando combinados adequadamente com oxigênio, produzem gás carbônico e água por combustão completa. Quando o combustível apresenta somente carbono e hidrogênio na fórmula, é classificado como hidrocarboneto.

			
triacontano	acetileno	etanol	celulose
$C_{30}H_{62}$	C_2H_2	C_2H_6O	$(C_6H_{10}O_5)_n$

- Para uma molécula de triacontano, qual o (i) número de elementos químicos e (ii) número de átomos presentes?
- Combustões são (i) fenômenos químicos ou físicos? (ii) endotérmicos ou exotérmicos? Justifique ambas as respostas.
- Dentre os combustíveis dos materiais citados, quais são hidrocarbonetos?
- Represente a (i) fórmula de Lewis e a (ii) fórmula molecular do acetileno.

**Questão 03** _____ (2,0 pontos)

O elemento químico ítrio, Y, apresenta diversas aplicações. Sobre sua história, sabe-se que, em 1797, um tenente de 30 anos de idade, Karl Axel Arrhenius (1757-1824), se deparou com um pedaço de rocha preta, que se parecia com um naco de carvão, em uma velha pedreira, perto da vila de Ytterby, que hoje faz parte de Estocolmo, na Suécia.

Arrhenius sabia que a rocha era pesada demais para ser carvão e pensava ter encontrado um novo minério. Ele entregou o material para o químico Johan Gadolin (1760-1852), da Universidade de Abo, na Finlândia, que investigou o novo mineral e, em 1794, anunciou que 38% deste consistiam de uma nova "terra". Ele chamou a nova terra de yttria, por causa do nome da vila e, apesar de ele pronunciar errado, o nome pegou. Yttria, na verdade, era óxido de ítrio, substância em que o elemento apresenta estado de oxidação +3. O ítrio metálico foi posteriormente isolado pela primeira vez por Friedrich Wöhler (1800-1882) em 1828 aquecendo cloreto de ítrio com potássio metálico.

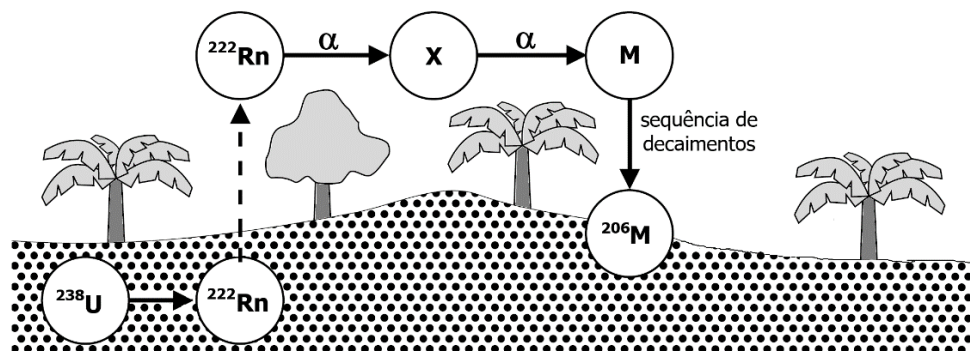
EMSLEY, J. *Nature's Building Blocks*. Oxford: Oxford University Press, 2001.

Considere o que é solicitado sobre o ítrio.

- Sobre o ítrio, na classificação periódica atual, (i) cite o número da família, (ii) o número do período e escreva a (iii) fórmula química do óxido de ítrio, presente na chamada yttria, investigada por Johan Gadolin.
- Escreva a equação completa e balanceada da reação realizada por Friedrich Wöhler na obtenção de ítrio metálico.
- Uma das aplicações do ítrio é na produção de lasers de alta potência, utilizados na indústria, para cortar placas de aço com elevada precisão. Numa dessas técnicas, usa-se a chamada granada de ítrio e alumínio, conhecida pela sigla YAG e com fórmula $Y_3Al_x(AlO_4)_3$, na qual "x" é um número inteiro. Sabendo que, na composição dessa YAG, o ânion é o aluminato, AlO_4^{5-} , deduza o valor de "x". Justifique.
- O ítrio é um elemento curioso, pois apesar de não se conhecer nenhum papel biológico dele, ocorre na maioria dos seres vivos, incluindo seres humanos. Alguns tipos de semente contêm até 700 mg de ítrio por quilograma. Considerando meia tonelada desse tipo de semente, qual a quantidade aproximada de ítrio, em mol? Justifique com cálculo.


Questão 04
(1,5 ponto)

O urânio é um elemento químico que ocorre naturalmente na crosta terrestre, mas sua distribuição não é uniforme. Alguns solos podem conter urânio que passa por uma série de emissões radiativas. Quando chega ao isótopo 222 do radônio é que o solo fica livre da próxima sequência radioativa, pois o radônio é um gás nobre, que migra do solo para a atmosfera, como mostra o esquema. O radônio, uma vez na atmosfera, decai para X, que decai para M, que passa por mais alguns decaimentos até chegar ao seu isótopo ^{206}M .



A partir das informações, responda ao que é solicitado:

- Escreva a representação de X e de M com seus símbolos corretos (da tabela periódica). Junto aos símbolos, escreva, segundo a notação correta, os números atômicos e números de massas, respectivamente.
- No esquema, uma sequência de decaimentos leva M ao seu próprio isótopo-206. Nessa transformação, quantas emissões alfa (α) e quantas emissões beta (β) ocorreram?
- No decaimento do urânio 238, um átomo de U-238 resulta em um átomo de M-206. Comparando-se as quantidades de urânio e de M presentes em minérios, é possível determinar as suas idades. A tabela a seguir relaciona o M-206 com o U-238, considerando uma quantidade inicial de urânio igual a 64:

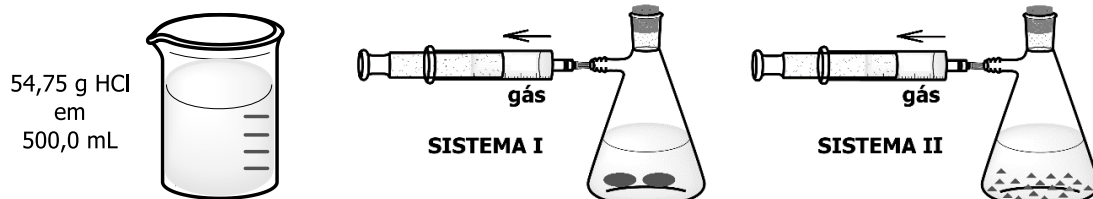
Número de meias-vidas	Número de átomos de ^{238}U	Número de átomos de ^{206}M	Relação M/U
0	64	0	$0/64 = 0$
1	32	32	$32/32 = 1$
2	16	48	$48/16 = 3$
3	8	56	$56/8 = 7$
4	4	60	$60/4 = 15$

Astronautas encontraram um meteorito na Lua e sua análise mostrou que ele tem a relação M/U igual a 7. Sabendo que a meia-vida do U-238 é de $4,5 \cdot 10^9$ anos, qual a idade aproximada deste meteorito, em bilhões de anos?

ESPAÇO PARA RASCUNHOS


Questão 05 _____ **(2,0 pontos)**

Um experimento foi conduzido em laboratório didático de Química conforme a ilustração abaixo. Para isso, uma solução de ácido clorídrico foi previamente preparada e distribuída nos kitassatos, 250 mL em cada. Nos sistemas I e II foram acrescentadas amostras de carbonato de cálcio e imediatamente fechados com rolha de silicone. Os dois sistemas dispunham de seringas acopladas. Em I, a amostra sólida era constituída de dois comprimidos, de massa "m" cada um, do referido carbonato. Já no sistema II, uma massa "2m" do mesmo carbonato estava triturada. As reações evoluíram com produção de gás, que foram coletados nas seringas.

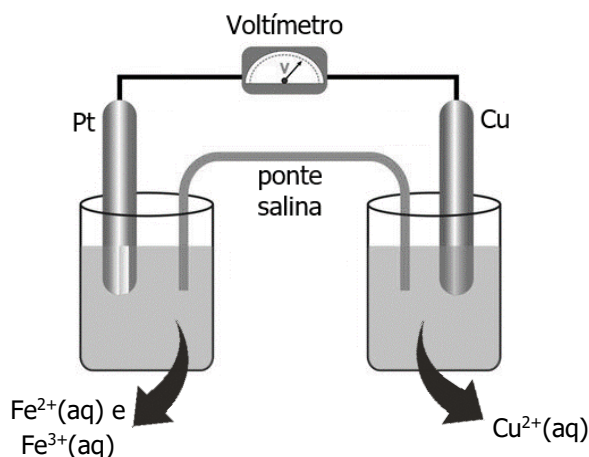


De acordo com as informações, responda ao que é solicitado:

- Qual a concentração de ácido clorídrico, em mol L⁻¹, na solução utilizada no experimento?
- Em I e II a reação química que ocorre é a mesma. Escreva a equação balanceada correspondente.
- Sob o ponto de vista cinético, em qual sistema (I ou II) a reação evolui com maior velocidade? Justifique.
- Considerando reação com consumo total do carbonato de cálcio em ambos os sistemas, e com excesso de ácido, o volume de gás produzido em I e II é o mesmo? Caso não, em qual o volume de gás produzido foi maior?


Questão 06 _____ **(1,5 ponto)**

Muitos íons de metais de transição apresentam cor e podem ser identificados por essa propriedade. Em um experimento com células galvânicas, uma pilha eletroquímica (imagem) foi montada com íons coloridos nos diferentes eletrodos. À medida que a pilha operava, percebeu-se que a coloração azul da solução aquosa de íons Cu(II) tornava-se cada vez mais intensa. O voltímetro associado fez a leitura da tensão gerada, em Volts.



DADOS			
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^{-}(\text{aq})$	\rightleftharpoons	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	$E^{\circ} = + 0,77 \text{ V}$
amarelo		verde claro	
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-}(\text{aq})$	\rightleftharpoons	$\text{Cu}(\text{s})$	$E^{\circ} = + 0,34 \text{ V}$
azul			

A partir das informações dadas, responda ao que é solicitado:

- À medida que a pilha vai operando, a solução com íons de ferro vai se tornando mais amarelada ou mais esverdeada? Justifique.
- Escreva as equações das semirreações: (i) anódica e (ii) catódica.
- Qual a DDP, em Volts, para essa pilha? Justifique com o cálculo.

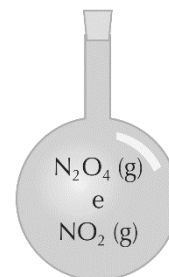
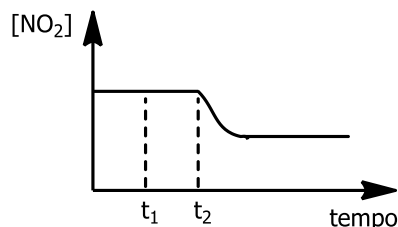


Questão 07 _____ (1,0 ponto)

Um experimento foi conduzido para investigar o equilíbrio químico estabelecido pelos gases N_2O_4 (incolor) e NO_2 (castanho avermelhado). A mistura gasosa estava encerrada em balão, como na imagem. Também havia à disposição dois recipientes grandes para banho: um com água quente e outro com água e gelo.

Dados do equilíbrio estabelecido: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = + 57,2 \text{ kJ}$

Durante determinado teste com um dos banhos, um parâmetro foi alterado e registrado no gráfico ao lado.



- Escreva a expressão de K_c para essa reação.
- No instante de tempo indicado por t_1 , no gráfico, as velocidades das reações direta e inversa são iguais ou diferentes? Justifique.
- No instante de tempo t_2 o sistema foi colocado em banho quente ou banho gelado, para que a alteração fosse verificada na sequência (gráfico)? Justifique.
- Parte da mistura gasosa foi posteriormente coletada em uma seringa de 50 mL, que teve sua ponta vedada. O êmbolo foi empurrado para o interior da seringa e uma alteração da coloração foi verificada. Considerando que o experimento foi conduzido com temperatura constante, que alteração visual ocorreu? Justifique.

**Boa prova a todos e todas!
Abraços da equipe organizadora!**

ESPAÇO PARA RASCUNHOS

ESPAÇO PARA RASCUNHOS

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Com massas atômicas relativas ao isótopo 12 do carbono

1																	18
1 H 1,01	2	Número atômico SÍMBOLO Massa Atômica										13	14	15	16	17	2
3 Li 6,94	4 Be 9,01											5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 15,99	9 F 18,99	10 Ne 20,18
11 Na 22,99	12 Mg 24,31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26,98	14 Si 28,08	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 51,99	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,54	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,96	43 Tc (98)	44 Ru 101,0	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 La-Lu Lantanídeos	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 196,9	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 208,9	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 Ac-Lr Actinídeos	104 Rf (267)	105 Db (268)	106 Sg (269)	107 Bh (270)	108 Hs (269)	109 Mt (278)	110 Ds (281)	111 Rg (281)	112 Cn (285)	113 Nh (286)	114 Fl (289)	115 Mc (288)	116 Lv (293)	117 Ts (294)	118 Og (294)

LANTANÍDEOS ➤

57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 151,9	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 174,9
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ACTINÍDEOS ➤

89 Ac (227)	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (266)
--------------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

• **GABARITO**

- A partir do dia **28/11/2023** pelo site da ABQ-RS: <https://abqrs.com.br/cursos/olimpiadas/>