

PROGRAMA NACIONAL OLIMPIADAS DE QUÍMICA

XIX OLÍMPIADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO NORTE

PROVA OBJETIVA E DISCURSIVA

MODALIDADE B

3ª e 4ª séries

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIIB			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	1 H 1,0																	2 He 4,0
2	3 Li 7,0	4 Be 9,0											5 B 11,0	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,0
3	11 Na 23,0	12 Mg 24,0											13 Al 27,0	14 Si 28,0	15 P 31,0	16 S 32,0	17 Cl 35,5	18 Ar 40,0
4	19 K 39,0	20 Ca 40,0	21 Sc 45,0	22 Ti 48,0	23 V 51,0	24 Cr 52,0	25 Mn 55,0	26 Fe 56,0	27 Co 57,0	28 Ni 59,0	29 Cu 63,5	30 Zn 65,5	31 Ga 69,5	32 Ge 72,5	33 As 75,0	34 Se 79,0	35 Br 80,0	36 Kr 84,0
5	37 Rb 85,5	38 Sr 87,5	39 Y 89,0	40 Zr 91,0	41 Nb 93,0	42 Mo 96,0	43 Tc (97)	44 Ru 101,0	45 Rh 103,0	46 Pd 106,5	47 Ag 108,0	48 Cd 112,5	49 In 115,0	50 Sn 118,5	51 Sb 122,0	52 Te 127,5	53 I 127,0	54 Xe 131,5
6	55 Cs 133,0	56 Ba 137,5	* La	72 Hf 178,5	73 Ta 181,0	74 W 184,0	75 Re 186,0	76 Os 190,0	77 Ir 192,0	78 Pt 195,0	79 Au 197,0	80 Hg 200,5	81 Tl 204,5	82 Pb 207,0	83 Bi 209,0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	** Ac	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)							

*SÉRIE DOS LANTANÍDIOS

57 La 139,0	58 Ce 140,0	59 Pr 141,0	60 Nd 144,0	61 Pm (145)	62 Sm 150,5	63 Eu 152,0	64 Gd 157,5	65 Tb 159,0	66 Dy 162,5	67 Ho 165,0	68 Er 167,5	69 Tm 170,0	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

**SÉRIE DOS ACTINÍDIOS

89 Ac (227)	90 Th 232,0	91 Pa (231)	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 (262)
-------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	------------------	--------------------

Nº Atômico
SÍMBOLO
Massa Atômica
(arredondada ± 0,5)

Fonte: IUPAC, 2005.

PARTE OBJETIVA

QUESTÃO 1

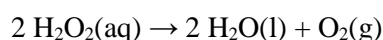
Na reação abaixo, quantas ligações sigma e pi são quebradas ou formadas?



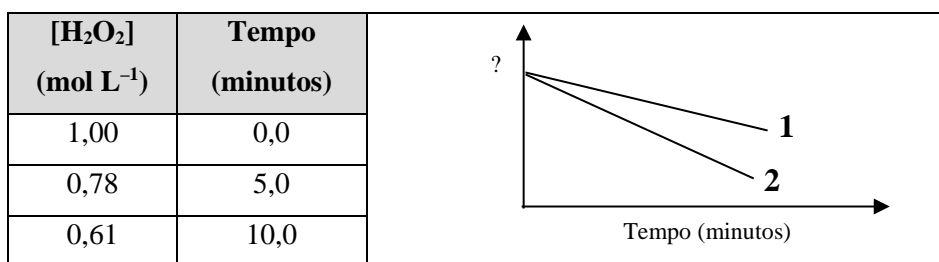
- (a) Duas ligações sigma e uma pi são quebradas, e duas ligações pi são formadas.
- (b) Três ligações sigma são quebradas, e duas ligações pi e uma sigma são formadas.
- (c) Duas ligações sigma são quebradas, e duas ligações pi são formadas.
- (d) Duas ligações sigma e duas pi são quebradas, e duas ligações sigma e duas pi são formadas.
- (e) Uma ligação sigma e uma pi são quebradas, e uma ligação sigma e uma pi são formadas.

QUESTÃO 2

A decomposição do peróxido de hidrogênio, $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$, pode ocorrer ou não sob a ação de um catalisador, de acordo com a equação abaixo:



A cinética desta reação de decomposição foi estudada e a análise de seus resultados demonstraram que se tratava de uma reação de primeira ordem. Alguns dados experimentais para a reação catalisada foram obtidos e um gráfico produzido para as reações catalisada e não catalisada, os quais são mostrados abaixo.



Analisando as afirmações abaixo, qual(is) delas está(ão) **CORRETA(S)**?

I – O eixo vertical do gráfico refere-se à concentração de $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$, ou seja, $[\text{H}_2\text{O}_2]$

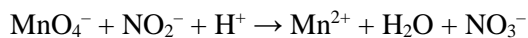
II – A unidade da constante de velocidade para esta reação é (minutos)⁻¹, ou seja, min⁻¹

III – A linha 2 refere-se à reação catalisada

- (a) I
- (b) I e II
- (c) I e III
- (d) II e III
- (e) I, II e III

QUESTÃO 3

Os nitritos (NO_2^-) são amplamente utilizados na conservação de carnes, conferindo-lhes uma coloração vermelha desejada. No entanto, eles apresentam certa toxicidade e estão relacionados à incidência de câncer na população em geral. A quantidade de íons nitrito pode ser determinada por técnicas de titulação utilizando, por exemplo, o íon permanganato (MnO_4^-) em meio ácido, de acordo com a equação abaixo não balanceada:

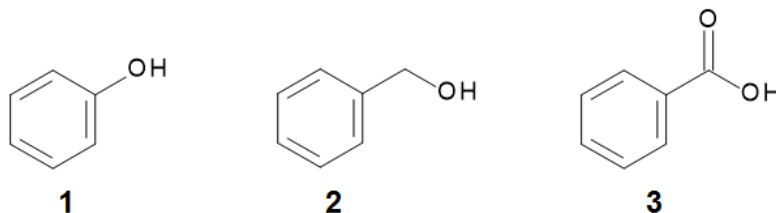


A razão entre os coeficientes estequiométricos das espécies MnO_4^- e H^+ na equação balanceada é:

- (a) 1:1
- (b) 1:2
- (c) 1:3
- (d) 2:3
- (e) 3:5

QUESTÃO 4

Diversos compostos orgânicos apresentam características ácidas. Um parâmetro bastante utilizado para se medir o caráter ácido de um composto orgânico é o valor de $\text{p}K_a$, que representa $-\log K_a$, sendo K_a a constante de acidez no equilíbrio. A ordem crescente de $\text{p}K_a$ (do valor mais baixo para o mais alto) para os compostos abaixo é:



- (a) $1 < 2 < 3$
- (b) $1 < 3 < 2$
- (c) $2 < 1 < 3$
- (d) $3 < 1 < 2$
- (e) $3 < 2 < 1$

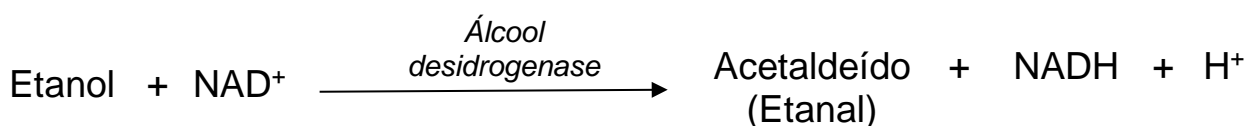
QUESTÃO 5

Qual a forma mais correta para se preparar 500 mL de uma solução aquosa de H_2SO_4 a $2,00 \text{ mol L}^{-1}$ a partir de água destilada (massa molar = $18,02 \text{ g mol}^{-1}$, densidade = $1,00 \text{ g mL}^{-1}$) e H_2SO_4 concentrado (massa molar = $98,08 \text{ g mol}^{-1}$, densidade = $1,84 \text{ g mL}^{-1}$)?

- (a) Pesar 98,1 g de ácido sulfúrico concentrado em um béquer de 500 mL, e em seguida, adicionar água destilada lentamente ao béquer, com agitação ocasional, até que o líquido alcance a marca de 500 mL.
- (b) Pesar 98,1 g de ácido sulfúrico concentrado em um balão volumétrico de 500 mL, adicionar lentamente na sequência água destilada até alcançar a marca do balão e, por fim, misturar o conteúdo agitando o balão.
- (c) Pesar 98,1 g de ácido sulfúrico concentrado em um béquer de 100 mL, e em seguida, transferir lentamente o H_2SO_4 para um béquer de 500 mL contendo cerca de 250 mL de água destilada. Na sequência, transferir esta solução para um balão volumétrico de 500 mL, encher com água destilada até a marca e misturar o conteúdo agitando o balão.
- (d) Pesar 446,6 g de água destilada em um béquer de 500 mL, e em seguida, adicionar água destilada ácido sulfúrico concentrado lentamente ao béquer, com agitação ocasional, até que o líquido alcance a marca de 500 mL.
- (e) Pesar 446,6 g de água destilada em um balão volumétrico de 500 mL, adicionar ácido sulfúrico concentrado até a marca do balão, e misturar o conteúdo agitando o balão.

QUESTÃO 6

Após o consumo de uma excessiva quantidade de bebida alcoólica, muitas pessoas experimentam uma ressaca no dia seguinte. Há uma variedade de causas para uma ressaca, uma delas é o acúmulo de metabólitos tóxicos do etanol no corpo. No organismo, o etanol reage inicialmente com o dinucleótido de nicotinamida e adenina (NAD^+), sendo convertido em acetaldeído (etanal), além de um composto denominado NADH e H^+ .



O NAD^+ nesta reação é:

- (a) Oxidado
- (b) Reduzido
- (c) Hidrolisado
- (d) Isomerizado
- (e) Permanece quimicamente inalterado

QUESTÃO 7

Em maio de 2018, o governo americano anunciou a retirada dos EUA do acordo nuclear com o Irã, alegando, dentre outros motivos, que esse acordo não proibia que o governo iraniano enriquecesse urânio.

Para o uso em armas nucleares, uma amostra de urânio deve conter no mínimo 80% do isótopo ^{235}U . Como este percentual de ^{235}U é bem superior ao encontrado naturalmente na crosta terrestre, é necessário o enriquecimento artificial para se alcançar a quantidade necessária de ^{235}U . O enriquecimento do isótopo ^{235}U é feito através da conversão do urânio presente no hexafluoreto de urânio (UF_6), que é um gás em temperaturas superiores a 57°C . As duas formas isotópicas gasosas do hexafluoreto de urânio ($^{235}\text{UF}_6$ e $^{238}\text{UF}_6$) podem ser separadas em uma centrífuga.

Qual propriedade do flúor é essencial para a separação eficiente de $^{235}\text{UF}_6$ e $^{238}\text{UF}_6$ em uma centrífuga para gases?

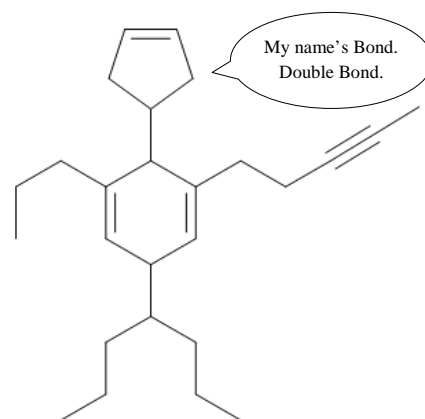
- (a) O flúor existe como uma molécula diatômica
- (b) O flúor apresenta somente um isótopo de ocorrência natural
- (c) O flúor apresenta a maior eletronegatividade dentre todos os elementos químicos
- (d) O flúor é um gás a temperatura e pressão ambiente
- (e) O flúor reage vigorosamente com a maioria dos metais

QUESTÃO 8

O índice de deficiência de hidrogênio (IDH), também chamado de grau de insaturação ou, ainda, de índice de insaturação, é um termo bastante utilizado na Química Orgânica. Serve como parâmetro para saber a quantidade de duplas ou triplas ligações em uma molécula de acordo com o déficit de hidrogênio de uma molécula em comparação com o alcano com mesmo número de átomos de carbono. Compostos de cadeia fechada também apresentam um déficit de hidrogênio e este pode de ser calculado através do grau de insaturação.

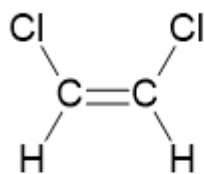
Qual o índice de deficiência de hidrogênio para a molécula ao lado?

- (a) 4
- (b) 5
- (c) 6
- (d) 7
- (e) 8

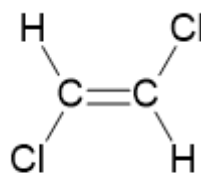


QUESTÃO 9

Qual das afirmativas abaixo melhor representam o resultado que é encontrado durante uma tentativa de separar os isômeros **1** e **2** por destilação fracionada?



Isômero 1

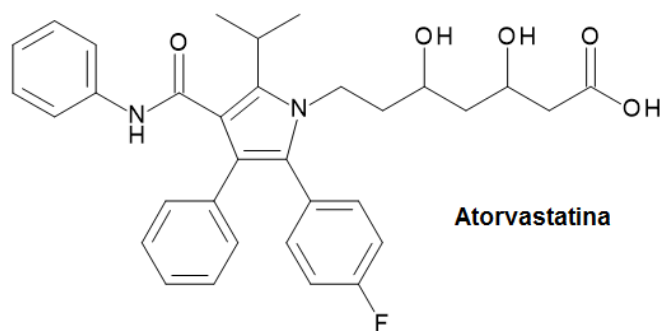


Isômero 2

- (a) Os dois isômeros podem ser separados por destilação fracionada, com o isômero **1** sendo o primeiro composto a ser destilado.
- (b) Os dois isômeros podem ser separados por destilação fracionada, com o isômero **2** sendo o primeiro composto a ser destilado.
- (c) Os dois isômeros não podem ser separados por destilação fracionada porque ambos os isômeros apresentam o mesmo ponto de ebulição.
- (d) Os dois isômeros não podem ser separados por destilação fracionada porque ambos os isômeros apresentam a mesma massa molar.
- (e) Os dois isômeros não podem ser separados por destilação fracionada porque eles se interconvertem rapidamente um no outro na temperatura em que são destilados.

QUESTÃO 10

A atorvastatina é um fármaco utilizado para diminuir o nível de colesterol no sangue, tendo sido um dos fármacos mais comercializados do mundo na última década. Sua estrutura é apresentada abaixo:



Atorvastatina

Considere as afirmações abaixo sobre a atorvastatina:

I – Possui dois centros assimétricos

II – Apresenta características ácidas

III – Possui maior quantidade de átomos de carbono do que de hidrogênio

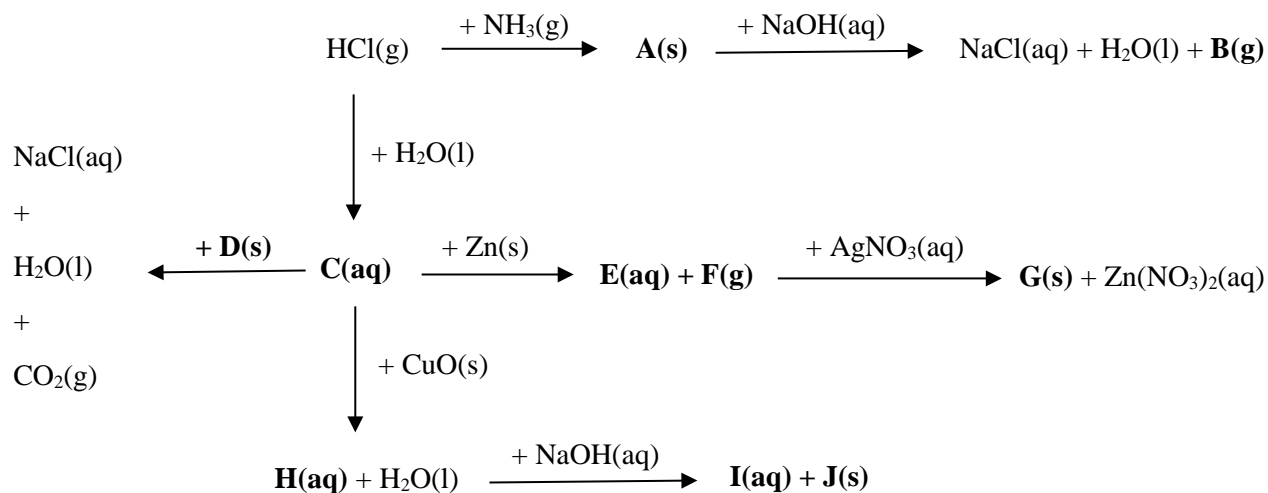
Estão **CORRETAS** as afirmações em:

- (a) I apenas
- (b) I e II
- (c) I e III
- (d) II e III
- (e) I, II, e III

PARTE DISCURSIVA

QUESTÃO 11

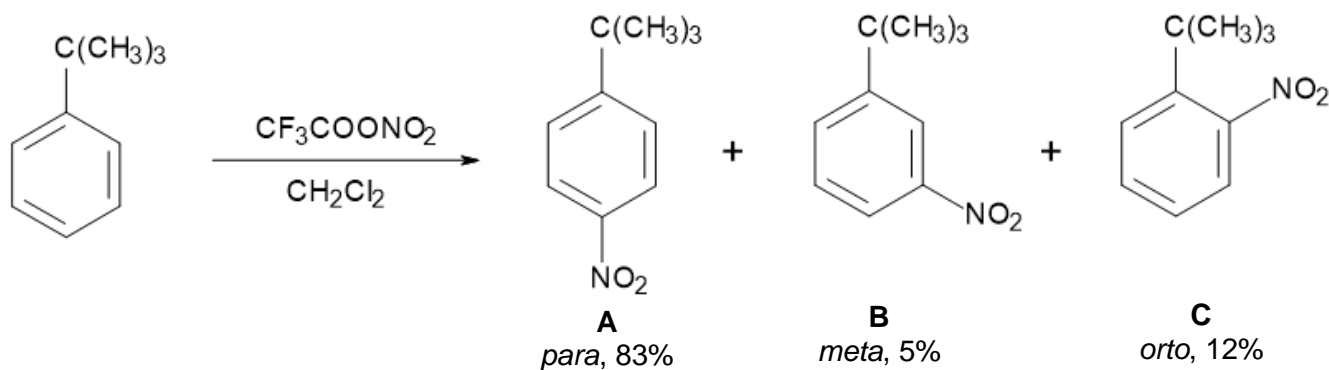
Considere o esquema abaixo:



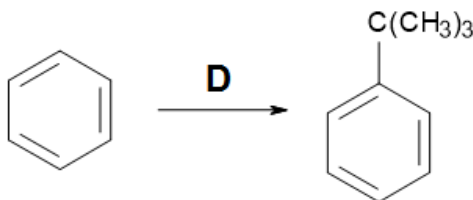
Identifique os dez compostos marcados de **A** a **J**.

QUESTÃO 12

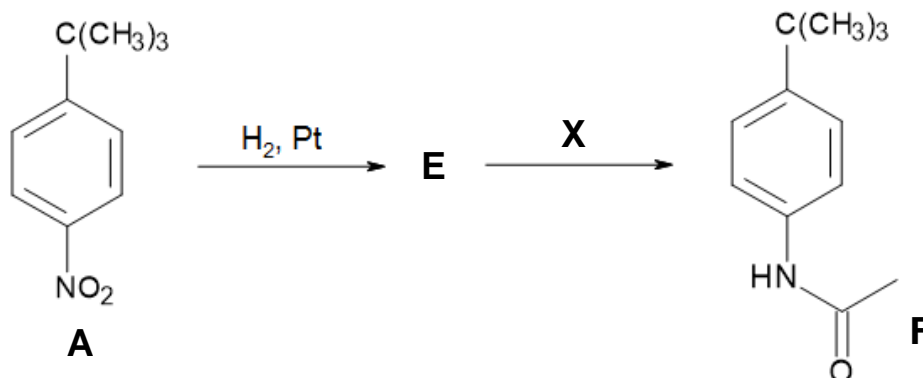
O *t*-butilbenzeno pode sofrer reação de nitração, produzindo majoritariamente (83%) o composto *para-t*-butilnitrobenzeno (**A**), além de pequenas quantidades dos seus isômeros *meta* (**B**) e *orto* (**C**), 5 e 12%, respectivamente.



- Explique porque o isômero *meta* (**B**) é produzido em pequenas quantidades nesta reação.
- Explique porque o isômero *orto* (**C**) é produzido em pequenas quantidades nesta reação.
- Desenhe a estrutura de Lewis para o agente de nitração desta reação, $\text{CF}_3\text{COONO}_2$, sabendo que sua estrutura mais estável apresenta uma carga formal positiva e outra negativa. Evidencie os pares de elétrons não ligantes e localize ambas as cargas formais em sua estrutura.
- Proponha um reagente ou conjunto de reagente (**D**) capaz de sintetizar o *t*-butilbenzeno a partir do benzeno.



(e) O *para-t*-butilnitrobenzeno (**A**) pode sofrer uma redução em gás hidrogênio na presença de um catalisador de platina (Pt), gerando um intermediário **E**, que em seguida pode reagir com **X** para gerar a amida **F**. Forneça a estrutura de **E** e **X**.



QUESTÃO 13

O processo Haber-Bosch é largamente empregado industrialmente para a produção de amônia (NH₃), que é a principal matéria prima para a obtenção de fertilizantes. Cerca de 1% de todo o suprimento global de energia é utilizado no processo Haber-Bosch. Sendo assim, diversos pesquisadores têm estudado formas mais sustentáveis para se obter amônia. Recentemente, foi descoberto um novo método para obtenção de amônia em três etapas.

Etapa 1 Eletrólise do hidróxido de lítio fundido a 750 K para a formação do lítio metálico



Etapa 2 Reação do lítio metálico para formação do nitreto de lítio

Etapa 3 Reação do nitreto de lítio com água para reobtenção do hidróxido de lítio e obtenção de amônia

Dessa forma, o hidróxido de lítio formado na **Etapa 3** pode ser reutilizado na **Etapa 1** e o processo pode ser repetido.

(a) Escreva as semi-reações que combinadas geram a equação global da **Etapa 1**.

(b) A tabela abaixo apresenta alguns dados termodinâmicos para a **Etapa 1**.

A 750 K	LiOH	Li	H ₂ O	O ₂
$\Delta_f H^\circ$ em kJ mol ⁻¹	-446	+15,0	-268	+15,8
S° em J K ⁻¹ mol ⁻¹	+128	+63,7	+224	+236

Calcule o que se pede para a **Etapa 1** a 750 K:

- ΔH° em kJ mol⁻¹
- ΔS° em J K⁻¹ mol⁻¹
- ΔG° em kJ mol⁻¹

(c) Escreva as equações balanceadas para a **Etapa 2** e a **Etapa 3**.

(d) Para a eletrólise do hidróxido de lítio fundido em pequena escala, os pesquisadores aplicaram uma corrente de 0,200 A durante 1000 segundos. O rendimento da produção de lítio metálico neste processo foi de 88,5%. Calcule a massa de lítio metálico produzido na **Etapa 1**.