

# PROGRAMA NACIONAL OLIMPIADAS DE QUÍMICA

## XVIII OLÍMPIADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO NORTE

### PROVA OBJETIVA E DISCURSIVA

# MODALIDADE B

3ª série

Tabela Periódica com massas atômicas relativas

1 H 1.008																	18 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	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 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	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 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	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	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 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -
57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	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 175.0			
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -			

## PARTE OBJETIVA

### QUESTÃO 1

O cloro existe naturalmente em sua forma diatômica,  $\text{Cl}_2$ , como um gás a temperatura ambiente. Por sua vez, o iodo, sob a forma de  $\text{I}_2$ , é sólido a temperatura ambiente. Qual a melhor explicação para este comportamento?

- (a) A molécula de iodo é mais pesada e com isso apresenta alta pressão de vapor.
- (b) A molécula de iodo possui mais elétrons e apresenta uma carga nuclear efetiva maior, com isso é capaz de formar ligações mais fortes entre si no estado sólido.
- (c) A molécula de cloro possui maior eletronegatividade, e por isso interage mais fortemente com moléculas polares na atmosfera.
- (d) A molécula de iodo apresenta mais elétrons em um volume maior, com isso as forças de dispersão de London são mais frequentes e intensas.
- (e) A molécula de cloro é polar, dessa forma, é capaz de formar interações intermoleculares mais fortes.

### QUESTÃO 2

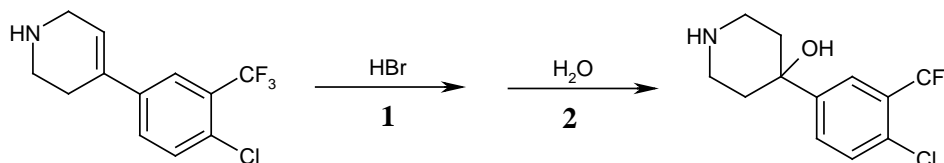
O ácido linoleico, cujo nome sistemático IUPAC é **ácido octadec-9Z,12Z-dienoico**, é um ácido graxo essencial, presente em óleos vegetais como o óleo de girassol e o de milho. Ele desempenha um papel crucial na formação da membrana celular e no combate a processos inflamatórios no organismo.

Assinale a alternativa **INCORRETA** a respeito do ácido linoleico.

- (a) Possui 6 elétrons  $\pi$
- (b) Possui 8 carbonos
- (c) Apresenta isomeria *cis*
- (d) É capaz de se ionizar em meio básico
- (e) Apresenta o grupo funcional ácido carboxílico

### QUESTÃO 3

Considere a síntese do composto abaixo:

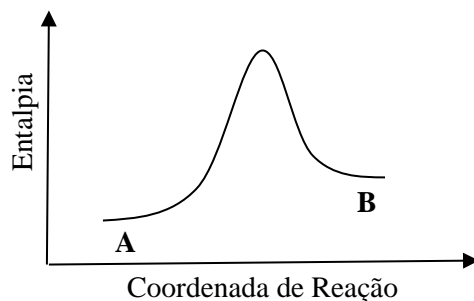


O nome das reações que ocorrem em **1** e **2** são, respectivamente:

- (a) Adição e Eliminação
- (b) Adição e Substituição
- (c) Eliminação e Substituição
- (d) Eliminação e Adição
- (e) Substituição e Adição

**QUESTÃO 4**

Enzimas são catalisadores biológicos que desempenham um papel vital no metabolismo dos organismos vivos. Considere o perfil reacional apresentado no gráfico abaixo para uma reação genérica  $A \rightarrow B$ . Após a adição de um catalisador biológico (enzima) a esta reação, qual das afirmações a seguir está correta?



- (a) A energia de ativação diminui, a velocidade da reação aumenta, e o  $\Delta H$  é alterado
- (b) A energia de ativação diminui, a velocidade da reação diminui, e o  $\Delta H$  permanece o mesmo
- (c) A energia de ativação diminui, a velocidade da reação aumenta e o  $\Delta H$  permanece o mesmo
- (d) A energia de ativação aumenta, a velocidade da reação aumenta e o  $\Delta H$  permanece o mesmo
- (e) A energia de ativação aumenta, a velocidade da reação diminui e o  $\Delta H$  é alterado

**QUESTÃO 5**

Um pedaço de madeira, suspeito de ter sido parte de uma embarcação Viking, é submetida à análise por datação radioisotópica utilizando carbono-14. A taxa de decaimento para o conteúdo de carbono-14 presente na amostra foi de 13,2 desintegrações por minuto. Se cada grama de carbono em seres vivos apresenta uma taxa de desintegração de 15,3 desintegrações por minuto, e o tempo de meia vida do carbono-14 é de 5.730 anos, qual seria a idade aproximada, em anos, do pedaço de madeira?

- (a)  $7,8 \times 10^2$
- (b)  $8,6 \times 10^2$
- (c)  $9,2 \times 10^2$
- (d)  $1,2 \times 10^3$
- (e)  $1,6 \times 10^3$

**QUESTÃO 6**

Pilha de concentração é uma pilha com duas células de volume equivalente do mesmo metal, em soluções desse íon metálico, diferindo apenas na concentração.

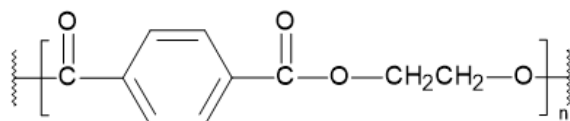
Sobre a pilha de concentração, marque a alternativa **INCORRETA**.

- (a) O  $E^\circ$  para esta pilha é praticamente zero.
- (b) O eletrodo mergulhado na solução mais concentrada é o anodo.
- (c) As reações no interior da pilha serão espontâneas até que as concentrações se tornem iguais.
- (d) A redução acontece na solução mais concentrada.
- (e) Quanto maior a diferença de concentração das soluções, maior será a voltagem inicial da pilha.

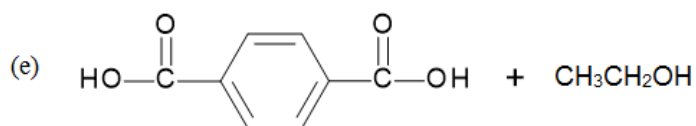
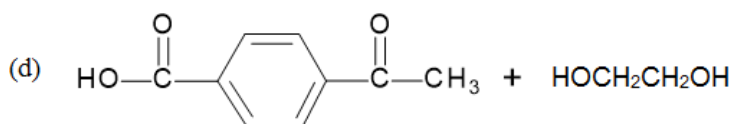
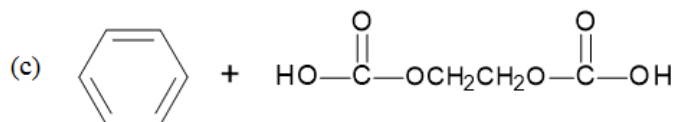
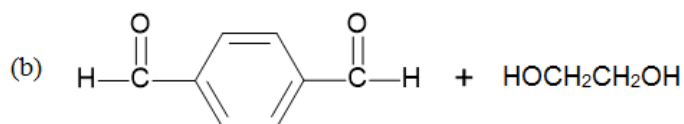
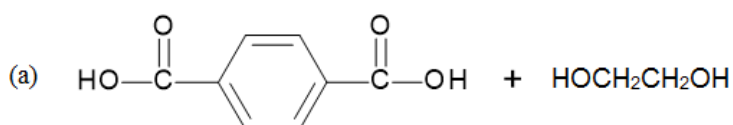
**QUESTÃO 7**

Em 2016, o mundo comprou mais de 480 bilhões de garrafas plásticas de água. Menos da metade disso foi coletado e enviado para reciclagem. E apenas 7% delas encontraram uma segunda vida como garrafas novas. O resto ou seguiu para lixões e aterros sanitários ou foi poluir terra e mar. A maioria das garrafas de plástico usadas para refrigerantes e água são feitas de tereftalato de polietileno (PET), que é altamente reciclável. Nos últimos anos, ativistas ambientais têm pressionado as empresas produtoras a usarem PET reciclado para confeccionar novas garrafas, mas segundo a reportagem de um jornal britânico, há uma grande resistência à ideia por questões estéticas — garrafas recicladas não são tão transparentes quanto as produzidas com matéria-prima virgem.

Fonte: <http://exame.abril.com.br/economia/1-milhao-de-garrafas-plasticas-sao-vendidas-a-cada-minuto-no-mundo/>

**PET**

Quais são as matérias-primas, ou seja, os monômeros, com os quais o PET pode ser obtido?

**QUESTÃO 8**

Se 0,10 mol de NaOH sólido é adicionado a 1,00 L de uma solução saturada de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ( $K_{ps} = 8,0 \times 10^{-6}$ ), qual a porcentagem de hidróxido de cálcio que irá precipitar após o equilíbrio? Considere  $\sqrt[3]{2} = 1,26$ .

- (a) Aproximadamente 25%
- (b) Aproximadamente 50%
- (c) Aproximadamente 75%
- (d) Aproximadamente 95%
- (e) Mais de 99%

**QUESTÃO 9**

**Lenine emprega o elemento Carbono na alquimia do novo disco.** Anos depois de formado em Química, com estágio em análise cromatográfica, Lenine aplicou os conhecimentos que pouco usara até então em Carbono, álbum que foi lançado em 2015. Ele iniciou este projeto, quase emendando com a turnê de Chão, seu disco anterior, de 2011: "Foram três anos de Chão. Quando a gente começou não imaginava que renderia tanto. Um projeto difícil de chegar a todos os lugares, pelo formato, quadrafônico, mas praticamente tive que abandonar Chão para poder fazer Carbono", diz Lenine, em entrevista por telefone. "O carbono detém esta propriedade de poder chegar à leveza do grafite e à dureza do diamante. Todas as canções do disco foram feitas sob a égide do carbono", acrescenta Lenine.

Fonte: <http://jconline.ne10.uol.com.br/canal/cultura/noticia/2015/04/27/lenine-emprega-o-elemento-carbono-na-alquimia-do-novo-disco-178494.php>. (acesso em agosto de 2017)

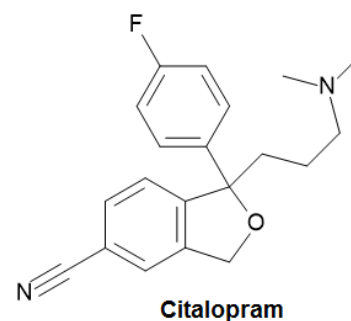
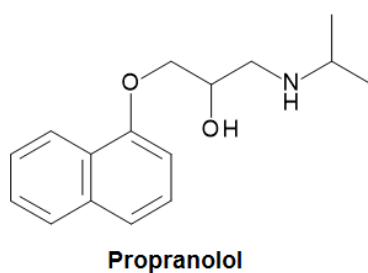
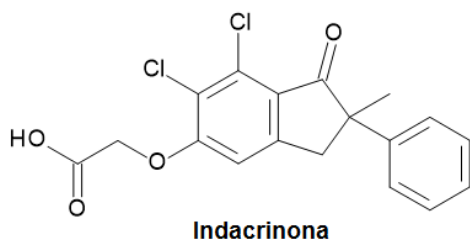
Sobre o grafite e o diamante, citados por Lenine em sua entrevista, é correto afirmar que:

- (a) Ambos apresentam a mesma reatividade química
- (b) Ambos apresentam a mesma condutividade elétrica
- (c) Ambos apresentam o mesmo calor de combustão
- (d) Ambos apresentam a mesma distância interatômica
- (e) Ambos apresentam a mesma composição isotópica

**QUESTÃO 10**

A existência de enzimas e receptores estereoespecíficos no organismo conduz às características biológicas diferentes para as estruturas quirais. O resultado disso é que podemos ter fármacos quirais em que um de seus enantiômeros apresenta propriedade farmacológica satisfatória e outro enantiômero não, ou até mesmo ser tóxico. Dessa forma, é interessante saber de antemão se os fármacos a serem administrados a um paciente são moléculas quirais ou não, e se em sendo, verificar se existe diferença na atividade biológica de seus enantiômeros.

Abaixo são apresentadas as estruturas de três fármacos. A **indacrinona** apresenta ação diurética, o **propranolol** é um agente anti-hipertensivo, enquanto que o **citalopram** é utilizado no tratamento da depressão.



Qual(is) dos fármacos acima são quirais?

- (a) Propranolol apenas
- (b) Indacrinona e Propranolol
- (c) Indacrinona e Citalopram
- (d) Propranolol e Citalopram
- (e) Indacrinona, Propranolol e Citalopram

## PARTE DISCURSIVA

### QUESTÃO 11

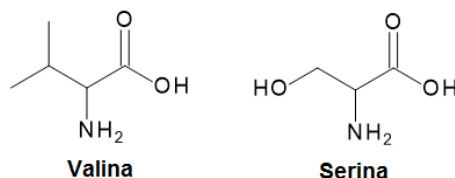
Apesar de compostos contendo o elemento fósforo serem essenciais em nossa dieta, a presença de altos níveis de íons fosfato,  $\text{PO}_4^{3-}$ , pode ser prejudicial. Um tratamento para combater altos níveis de fosfato no sangue utiliza o medicamento chamado Fosrenol®, cujo ingrediente ativo é o carbonato de lantânio,  $\text{La}_2(\text{CO}_3)_3$ . *Nota: O lantânio (La) é um elemento do bloco f da tabela periódica, da série dos lantanídeos, e apresenta número atômico 57.*

- Desenhe a estrutura de Lewis para o íon fosfato,  $\text{PO}_4^{3-}$ , evidenciando os pares de elétrons não ligantes.
- O carbonato de lantânio,  $\text{La}_2(\text{CO}_3)_3$ , presente no Fosrenol®, é obtido a partir da mistura entre uma solução aquosa de cloreto de lantânio(III) e hidrogenocarbonato de amônio. Durante esta reação, o único gás que é liberado é o dióxido de carbono. Forneça a equação química para esta reação.
- O Fosrenol® é vendido como um comprimido contendo 1000 mg de íons lantânio,  $\text{La}^{3+}$ . Calcule a massa de carbonato de lantânio dihidratado contido em um comprimido com 1000 mg de  $\text{La}^{3+}$ .
- Forneça a distribuição eletrônica em níveis e subníveis para o íon  $\text{La}^{3+}$ .

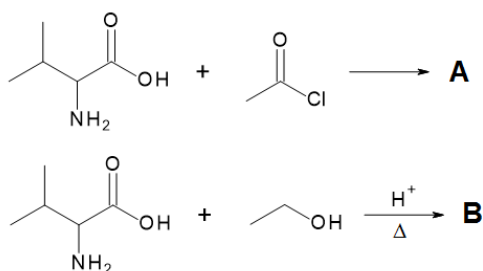
### QUESTÃO 12

Quimicamente, os aminoácidos são compostos orgânicos contendo os grupos funcionais ácido carboxílico e amina, e uma cadeia lateral alquílica específica para cada aminoácido. Os aminoácidos se unem através de ligações peptídicas, formando os peptídeos e as proteínas, presentes em nosso organismo. As ligações peptídicas são estabelecidas entre o grupo amina e o grupo carboxila de dois aminoácidos diferentes, com a perda de uma molécula de água. Os aminoácidos são moléculas anfóteras, ou seja, podem se comportar como ácido ou como base em solução.

Existem cerca de 20 aminoácidos naturais, e dois deles, a **valina** e a **serina**, são apresentados abaixo:



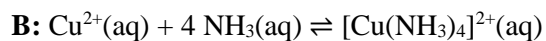
- Aminoácidos podem ser classificados em hidrofílicos (apresentam afinidade com a água) ou hidrofóbicos (possuem aversão à água). Qual dos dois aminoácidos acima é o mais hidrofílico? Justifique sua resposta.
- Aminoácidos podem existir na forma de zwitterion, em que a molécula apresenta tanto carga positiva quanto negativa em sua estrutura, originadas a partir da ionização de suas funções orgânicas ácidas e básicas. Desenhe a estrutura da **valina** na sua forma de zwitterion.
- A ligação peptídica é a união entre aminoácidos gerando moléculas maiores, como dipeptídeos, tripeptídeos e proteínas. Desenhe a estrutura do dipeptídeo formado pela união entre a valina e a serina.
- Aminoácidos podem sofrer diversas reações. Desenhe a estrutura dos produtos orgânicos **A** e **B**, formados nas reações abaixo:



**QUESTÃO 13**

Quando uma solução aquosa de amônia é adicionada gota a gota a uma solução de sulfato de cobre, um precipitado azul de hidróxido de cobre é formado. Ao se adicionar mais amônia, no entanto, o precipitado se redissolve e a solução adquire coloração azul escura.

Os equilíbrios abaixo explicam essas observações:



- (a) Forneça a expressão de equilíbrio para cada um dos processos acima (**A** e **B**).
- (b) Explique por que o hidróxido de cobre,  $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$ , pode ser formado quando a amônia é adicionada.
- (c) A constante de equilíbrio para o processo **A** é  $2,20 \times 10^{-20}$ , enquanto que para o processo **B** o valor de sua constante é  $1,2 \times 10^{13}$ . Utilize estes valores para explicar por que inicialmente um precipitado é formado com a adição de uma quantidade pequena de amônia, mas quando se adiciona amônia em excesso o sólido se redissolve para formar um complexo de amônia de coloração azul escura.
- (d) O que acontece com a concentração de cada uma das espécies indicadas abaixo, quando o equilíbrio é restabelecido após a adição de  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  à solução de coloração azul escuro?
- $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}(\text{aq})$
  - $\text{NH}_3(\text{aq})$