

- 1) O esmalte que reveste os dentes é constituído pelo mineral hidroxiapatita, um hidroxifosfato de cálcio. O processo de mineralização/desmineralização do esmalte do dente pode ser representado pela seguinte equação:



- a) Qual é o valor de  $x$ , na equação acima, e a distribuição eletrônica do íon cálcio liberado na reação de desmineralização do dente?

$x$ (0,5 pontos)	Distribuição eletrônica (0,5 pontos)
5	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

- b) O clareamento dentário pode ser feito à base de peróxido de hidrogênio, o qual se decompõe em água e oxigênio. Calcule a variação de entalpia da reação e conclua se a mesma é exotérmica ou endotérmica.



Ligação	$\Delta H$ de ligação (kJ/mol)
H—H	436
H—O	464
O=O	498
O—O	134

(0,6 pontos)

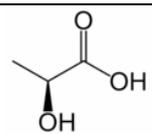
$$\Delta H = -2(\Delta H_{\text{O-H}}) - \frac{1}{2}(\Delta H_{\text{O=O}}) + 2(\Delta H_{\text{O-H}}) + \Delta H_{\text{O-O}}$$

$$\Delta H = -\frac{1}{2}(498) + 134$$

$$\Delta H = -115 \text{ kJ/mol}$$

A reação é exotérmica. (0,4 pontos)

- c) As placas bacterianas metabolizam o açúcar, transformando-o em ácidos orgânicos. Escreva a fórmula estrutural dos ácidos gerados a partir da metabolização do açúcar pelas bactérias.

ácido 2-hidroxiopropanóico	ácido etanóico (0,3 pontos)	ácido metanóico (0,3 pontos)
 <p>(0,4 pontos)</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} - \text{OH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\    \\ \text{O} \end{array}$

- d) A ingestão de fluoreto pode minimizar o efeito da desmineralização do dente. Considerando um adulto de **65 kg** e a concentração limite de **0,06 mg** de íons fluoreto por quilograma de peso corporal, qual seria o volume de água fluoretada a ser ingerido por esse adulto para atingir esse limite? Sabe-se que a concentração de íons fluoreto na água de abastecimento é de **0,8 ppm** e a densidade da água fluoretada **1,00 g/cm<sup>3</sup>**.

(1,0 ponto)

$$m_{\text{F}^-} = 0,06 \times 65 = 3,9 \text{ mg}$$

$$0,8 \text{ ppm} = 0,8 \text{ mg/L}$$

$$V = 3,9/0,8 = 4,9 \text{ L}$$

- e) Com base no Princípio de Le Chatelier, o que deve ocorrer com o processo de mineralização/desmineralização quando as bactérias metabolizam o açúcar?

*O equilíbrio da reação é deslocado para direita, favorecendo a desmineralização do esmalte dos dentes. (1,0 ponto)*

2) Os elementos dos grupos 14, 15 e 16 do segundo período da Tabela Periódica, juntamente com dois átomos de oxigênio, formam, respectivamente, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>.

a) Sabe-se que a geometria da molécula de CO<sub>2</sub> é linear enquanto a do NO<sub>2</sub> é angular. Prever qual é a polaridade dessas moléculas.

CO <sub>2</sub> (0,5 pontos)	NO <sub>2</sub> (0,5 pontos)
<i>Apolar</i>	<i>Polar</i>

b) Qual é a evidência que caracteriza o CO<sub>2</sub> e o NO<sub>2</sub> como oxiácidos?

*Este item foi anulado.*

c) O ozônio pode ser usado como agente germicida. Sua obtenção pode ocorrer a partir da seguinte reação, a 25°C e 1 atm:



Calcule o  $\Delta H$  da reação apresentada a partir da entalpia padrão de formação. Com base no valor calculado, explique se nesse processo, a energia é liberada ou absorvida.



*$\Delta H = 2 \times \Delta H_f = 2 \times 143 = 286 \text{ kJ}$  (1,0 ponto)  
A energia é absorvida. (0,5 pontos)*

d) No processo citado no item c, o que aconteceria em termos de deslocamento de equilíbrio caso a pressão do sistema fosse aumentada? Justifique.

*O equilíbrio é deslocado para direita, pois de acordo com o princípio de L<sup>e</sup> Chatelier, quando o sistema gasoso tem a pressão aumentada, o equilíbrio desloca-se para o sentido de menor volume. (1,0 ponto)*

e) Quais são os processos de caráter ambiental com os quais estas substâncias se relacionam?

CO <sub>2</sub>	<i>efeito estufa e/ou chuva ácida (0,5 pontos)</i>
NO <sub>2</sub>	<i>chuva ácida (0,5 pontos)</i>
O <sub>3</sub>	<i>camada de ozônio (0,5 pontos)</i>

3) O tratamento feito para limpeza e manutenção de piscinas é, basicamente, um tratamento químico. A água, para esse fim, não deve ser turva, não deve conter bactérias e o pH deve ser ajustado entre 7,2 e 7,6. Esse tratamento é feito em etapas.

a) Primeiramente, a remoção de partículas em suspensão pode ser feita pela adição de uma mistura de sulfato de alumínio e hidróxido de cálcio. O hidróxido de alumínio produzido forma “flocos” insolúveis em água, e esses “flocos” vão arrastando consigo as partículas para o fundo da piscina para posterior remoção. Como é chamado o processo no qual as partículas vão para o fundo da piscina e qual é a fórmula molecular do sulfato de alumínio?

Processo (0,5 pontos)	Fórmula molecular (0,5 pontos)
<i>Decantação ou Sedimentação</i>	$Al_2(SO_4)_3$

b) Eliminada a turbidez, faz-se, então, a cloração para eliminação das bactérias. Essa cloração, usualmente, pode ser feita pela adição de uma solução de hipoclorito de sódio, popularmente chamada de cloro líquido. Essa solução pode ser estabilizada pela adição de NaOH e NaCl. A reação que produz o agente bactericida é a seguinte:



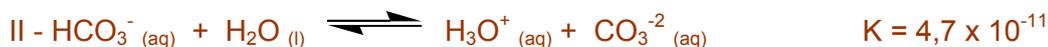
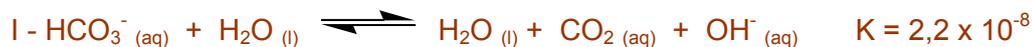
Que tipo de reação produz o cloro a partir do hipoclorito?

*Reação de Oxi-redução. (1,0 ponto)*

c) Por que o hidróxido de sódio é um dos reagentes que, quando adicionados à solução de hipoclorito, podem estabilizá-la?

*A adição de base (NaOH) consome os íons  $H^+$ , deslocando o equilíbrio da reação para a esquerda, no sentido de minimizar a liberação do cloro. (1,0 ponto)*

d) O ajuste de pH, em geral, é feito pela adição de bicarbonato de sódio que, em água, pode gerar íons  $OH^-$  ou íons  $H_3O^+$  de acordo com as reações apresentadas a seguir:



Avaliando os valores das constantes das reações, qual é o processo, I ou II, que irá ocorrer em maior extensão? Por quê?

*Processo I. Porque este é o processo que possui o maior valor da constante de equilíbrio (K). (1,0 ponto)*

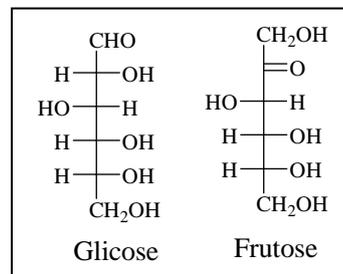
e) Qual é a função química do bicarbonato de sódio? Cite o nome do ácido do qual ele é derivado.

Função química (0,5 pontos)	Ácido (0,5 pontos)
<i>Sal</i>	<i>ácido carbônico</i>

- 4) O mel contém uma mistura complexa de carboidratos, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais etc. O teor de carboidratos no mel é de cerca de **70 %** da massa de mel, sendo a glicose e a frutose os açúcares em maior proporção. A acidez do mel é atribuída à ação da enzima *glucose oxidase* presente no mel, que transforma a glicose em ácido glucônico e  $H_2O_2$ .

- a) Quantos carbonos quirais estão presentes na molécula de glicose e de frutose, respectivamente?

Glicose (0,5 pontos)	Frutose (0,5 pontos)
04	03



- b) O ácido glucônico é um dos principais responsáveis pela acidez do mel. Sabendo-se que o **pH** de uma amostra de mel é **3,0** e a constante de dissociação do ácido glucônico é  $1 \times 10^{-4}$ , qual é a concentração de ácido glucônico nessa amostra de mel?

Cálculo (1,0 ponto)	Resposta (0,5 pontos)
$  \text{pH} = 3,0 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}  $ $  K_a = x^2 / M \rightarrow M = x^2 / K_a \rightarrow M = (1,0 \times 10^{-3})^2 / 1,0 \times 10^{-4}  $	$  M = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}  $

- c) O peróxido de hidrogênio, gerado na oxidação da glicose pela enzima *glucose oxidase*, decompõe-se, produzindo água e gás oxigênio. Calcule a velocidade média, **em mol . L<sup>-1</sup> . s<sup>-1</sup>**, de decomposição do peróxido de hidrogênio entre **0** e **10 minutos**.



Tempo (min)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (mol/L)
0	0,8
10	0,5

$$v_m = | 0,5 - 0,8 | / 600$$

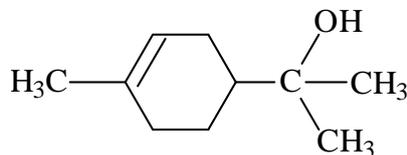
$$v_m = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

(1,5 pontos)

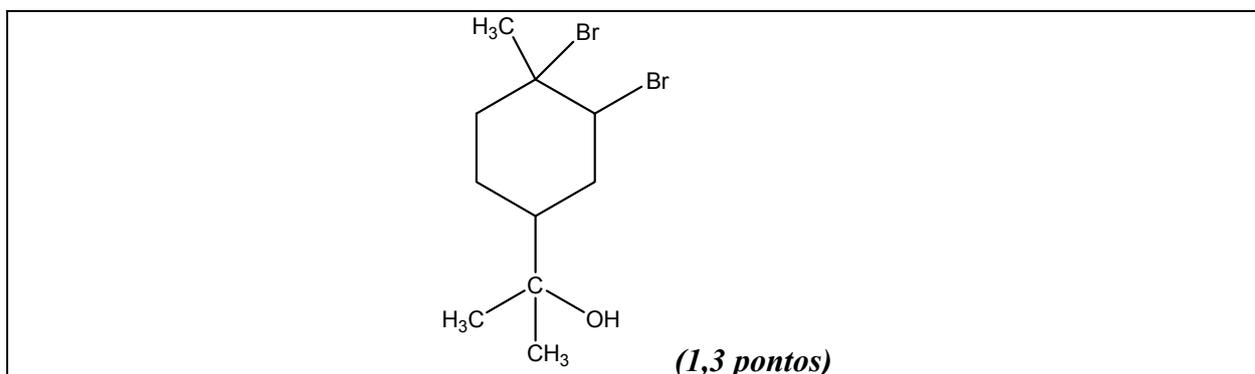
- d) As enzimas são altamente específicas e constituem os catalisadores biológicos. Qual é a função do catalisador, *glucose oxidase*, na reação de formação do peróxido?

*A função da glucose oxidase, é diminuir a energia de ativação, aumentando assim a velocidade da reação de formação do peróxido. (1,0 ponto)*

- 5) Os terpenos são compostos orgânicos naturais, usados na indústria de perfumes (essências), inseticidas e condimentos. O  $\alpha$ -terpineol pertence à classe dos terpenos e pode ser isolado do óleo essencial de lavanda. Com base na estrutura desse composto, representada a seguir, responda aos itens a, b, c e d.



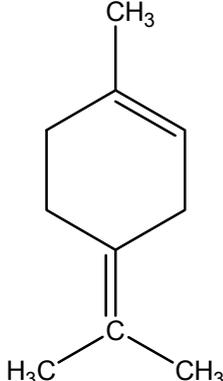
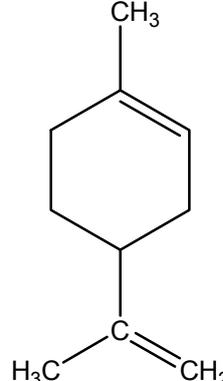
- a) Represente a estrutura do composto obtido por reação do  $\alpha$ -terpineol com uma solução de bromo em  $\text{CCl}_4$  (tetracloreto de carbono).



- b) Qual é a fórmula molecular do composto obtido pela reação de adição de hidrogênio (hidrogenação catalítica) ao  $\alpha$ -terpineol?



- c) A desidratação de  $\alpha$ -terpineol em meio ácido produz dois compostos isômeros de fórmula molecular  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ . Represente as estruturas desses compostos e defina o tipo de isomeria que existe entre eles.

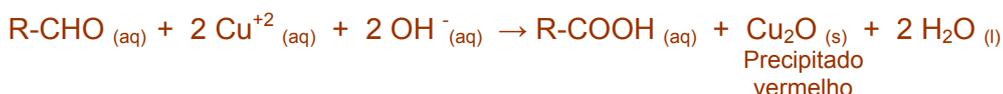
Estrutura 1 (0,4 pontos)	Estrutura 2 (0,4 pontos)	Isomeria (0,4 pontos)
		<i>Posição</i>

- d) Quantos enantiômeros (isômeros ópticos) possui o  $\alpha$ -terpineol? Qual é a propriedade física que permite a diferenciação entre isômeros ópticos?

Número de isômeros ópticos	(0,6 pontos)
(0,6 pontos)  02	- desvio do plano da luz polarizada - poder rotatório específico - atividade óptica - rotação específica

- 6) A glicose é chamada de “açúcar do sangue”, uma vez que é o açúcar mais simples que circula em nossas veias. A glicose pode ser designada como uma aldo-hexose, pois é uma ose (monossacarídeo) com seis carbonos e um grupo aldeído. Portanto podemos representá-la como R-CHO.

- a) O excesso de glicose no organismo produz a diabetes e, portanto, o nível de glicose deve ser controlado frequentemente. Os testes para medir os níveis de glicose na urina utilizam reagente a base de cobre e, produzem a seguinte reação:



Qual é o agente redutor e o agente oxidante neste teste? Por quê?

Agente redutor (0,5 pontos)	Agente oxidante (0,5 pontos)	Justificativa (0,5 pontos)
<i>R-CHO</i> ou <i>Aldeído</i>	<i>Cu<sup>+2</sup></i> ou <i>Íons cobre</i>	<i>O aldeído sofre oxidação, portanto é o agente redutor e, o cobre sofre redução, portanto é o agente oxidante.</i>

- b) O que aconteceria se o teste citado no item a fosse aplicado para identificação da frutose, que é uma cetose (R- CO-R')? Justifique sua resposta.

*Nada ocorreria. (0,5 pontos)*

*Ela não seria identificada, pois o grupo que caracteriza a cetona não sofreria a oxidação. (1,0 ponto)*

- c) Outra reação interessante da glicose produz o espelho de prata, experimento comumente apresentado em feiras de ciências no ensino médio. A reação responsável pela formação do espelho é a seguinte:



Por que a superfície fica “espelhada”?

***Por que ocorre a formação de prata metálica. (1,0 ponto)***

- d) A tabela, a seguir, apresenta algumas semi-reações e seus respectivos potenciais de redução. Coloque em ordem crescente de força oxidante os agentes de oxi-redução apresentados na tabela. Justifique sua resposta.

$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^{+} + e^{-} \rightarrow \text{Ag}_{(s)} + 2\text{NH}_3$	$E^{\circ} = + 0,373 \text{ V}$
$\text{Cu}^{+2} + e^{-} \rightarrow \text{Cu}^{+}$	$E^{\circ} = + 0,160 \text{ V}$
$\text{MnO}_4^{-} + 8\text{H}^{+} + 5e^{-} \rightarrow \text{Mn}^{+2} + 4 \text{H}_2\text{O}$	$E^{\circ} = + 1,51 \text{ V}$
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2} + 14\text{H}^{+} + 6e^{-} \rightarrow 2 \text{Cr}^{+3} + 7 \text{H}_2\text{O}$	$E^{\circ} = + 1,33 \text{ V}$

***$\text{Cu}^{+2} < \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^{+} < \text{Cr}_2\text{O}_7^{-2} < \text{MnO}_4^{-}$  (0,5 pontos)***

***Quanto maior o valor do potencial de redução maior a força oxidante. (0,5 pontos)***

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

	1																	18	
	<sup>1</sup> H 1,0																		<sup>2</sup> He 4,0
1		2											13	14	15	16	17		
	<sup>3</sup> Li 6,9	<sup>4</sup> Be 9,0											<sup>5</sup> B 10,8	<sup>6</sup> C 12,0	<sup>7</sup> N 14,0	<sup>8</sup> O 16,0	<sup>9</sup> F 19,0	<sup>10</sup> Ne 20,2	
2																			
	<sup>11</sup> Na 23,0	<sup>12</sup> Mg 24,3											<sup>13</sup> Al 27,0	<sup>14</sup> Si 28,1	<sup>15</sup> P 31,0	<sup>16</sup> S 32,1	<sup>17</sup> Cl 35,5	<sup>18</sup> Ar 39,9	
3			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
	<sup>19</sup> K 39,1	<sup>20</sup> Ca 40,1	<sup>21</sup> Sc 45,0	<sup>22</sup> Ti 47,9	<sup>23</sup> V 50,9	<sup>24</sup> Cr 52,0	<sup>25</sup> Mn 54,9	<sup>26</sup> Fe 55,8	<sup>27</sup> Co 58,9	<sup>28</sup> Ni 58,7	<sup>29</sup> Cu 63,5	<sup>30</sup> Zn 65,4	<sup>31</sup> Ga 69,7	<sup>32</sup> Ge 72,6	<sup>33</sup> As 74,9	<sup>34</sup> Se 79,0	<sup>35</sup> Br 79,9	<sup>36</sup> Kr 83,8	
4																			
	<sup>37</sup> Rb 85,5	<sup>38</sup> Sr 87,6											<sup>49</sup> In 114,8	<sup>50</sup> Sn 118,7	<sup>51</sup> Sb 121,8	<sup>52</sup> Te 127,6	<sup>53</sup> I 126,9	<sup>54</sup> Xe 131,3	
5																			
	<sup>55</sup> Cs 132,9	<sup>56</sup> Ba 137,3	57-70	<sup>72</sup> Lu 178,5	<sup>72</sup> Hf 178,5	<sup>73</sup> Ta 180,9	<sup>74</sup> W 183,8	<sup>75</sup> Re 186,2	<sup>76</sup> Os 190,2	<sup>77</sup> Ir 192,2	<sup>78</sup> Pt 195,1	<sup>79</sup> Au 197,0	<sup>80</sup> Hg 200,6	<sup>81</sup> Tl 204,4	<sup>82</sup> Pb 207,2	<sup>83</sup> Bi 209,0	<sup>84</sup> Po 210,0	<sup>85</sup> At 210,0	<sup>86</sup> Rn 222,0
6																			
	<sup>67</sup> Fr 223,0	<sup>88</sup> Ra 226,0	89-102	<sup>103</sup> Lr 262	<sup>104</sup> Rf 267	<sup>105</sup> Db 268	<sup>106</sup> Sg 271	<sup>107</sup> Bh 272	<sup>108</sup> Hs 270	<sup>109</sup> Mt 276	<sup>110</sup> Ds 281	<sup>111</sup> Rg 280	<sup>112</sup> Uu b 285	<sup>113</sup> Uut 284	<sup>114</sup> Uu q 289				
7																			

Série dos Lantanídeos

<sup>57</sup> La 138,9	<sup>58</sup> Ce 140,1	<sup>59</sup> Pr 140,9	<sup>60</sup> Nd 144,2	<sup>61</sup> Pm 146,9	<sup>62</sup> Sm 150,4	<sup>63</sup> Eu 152,0	<sup>64</sup> Gd 157,3	<sup>65</sup> Tb 158,9	<sup>66</sup> Dy 162,5	<sup>67</sup> Ho 164,9	<sup>68</sup> Er 167,3	<sup>69</sup> Tm 168,9	<sup>70</sup> Yb 173,0
---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

Série dos Actinídeos

<sup>89</sup> Ac 227,0	<sup>90</sup> Th 232,0	<sup>91</sup> Pa 231,0	<sup>92</sup> U 238,0	<sup>93</sup> Np 237,1	<sup>94</sup> Pu 239,1	<sup>95</sup> Am 241,1	<sup>96</sup> Cm 244,1	<sup>97</sup> Bk 249,1	<sup>98</sup> Cf 252,1	<sup>99</sup> Es 252,1	<sup>100</sup> Fm 257,1	<sup>101</sup> Md 258,1	<sup>102</sup> No 259,1
---------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------