



XXIII Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul - 2024

modalidade

M3



26 de outubro



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

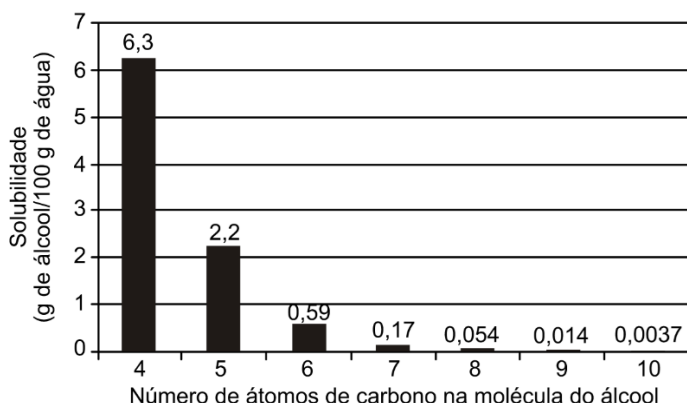


Questão 1 _____ (1,5 ponto)

Conhecer e prever a solubilidade de compostos orgânicos é essencial em áreas como a farmacologia, de cosméticos, produção de bebidas etc. Saber como e por que certas substâncias se dissolvem ou não em diferentes solventes pode impactar diretamente a eficácia de processos industriais, a ação de medicamentos e o desenvolvimento de produtos.

Nesse contexto, do estudo da solubilidade em química orgânica, responda às questões.

- (a) O gráfico abaixo mostra dados de solubilidade em água para monoálcoois primários de cadeia linear, a 25 °C. Os álcoois de 1 a 3 carbonos não estão indicados, pois não apresentam limite de solubilidade em água.

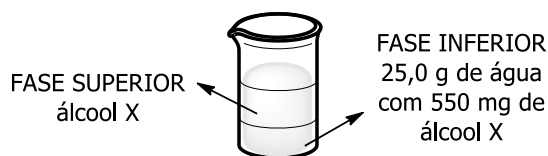


cadeia lateral
linear



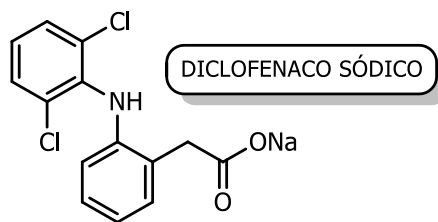
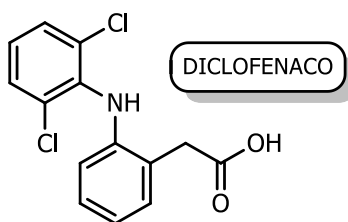
Explique por que a solubilidade desses álcoois em água possui o comportamento apresentado no gráfico.

- (b) Considere um sistema heterogêneo (imagem) constituído a partir da mistura de água com um álcool X, que é um dos álcoois do gráfico anterior. Nesse sistema, a 25 °C, houve a solubilização máxima do álcool na água.



- (i) Represente a estrutura do álcool X
e (ii) dê o seu nome oficial (IUPAC).

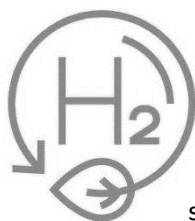
- (c) O diclofenaco é um fármaco utilizado para aliviar dor, inflamação e inchaço. A imagem mostra as estruturas do diclofenaco nas formas não ionizada e de sal. Essas diferentes formas do fármaco apresentam variações na solubilidade em água, o que pode influenciar sua absorção no organismo.



- (i) O diclofenaco em sua forma mais solúvel em meio aquoso dissolve-se melhor em fluidos intestinais, e isso é importante para que o fármaco esteja disponível para absorção. Qual das formas é a mais solúvel em fluidos aquosos? Justifique sua resposta.
(ii) Para o diclofenaco sódico, cite a função orgânica nitrogenada e a função orgânica que contém o sódio.

**Questão 2** (1,0 ponto)

Em agosto de 2024, o presidente da República sancionou o **marco legal do hidrogênio verde**, uma legislação importante para impulsionar a produção de energia mais limpa e sustentável no Brasil. A cor “verde” para o hidrogênio indica que sua produção é a partir da eletrólise da água, utilizando fontes de energia renovável. Assim, essa produção é considerada uma alternativa ecológica, pois não emite gases de efeito estufa. Em contraste, existem outros tipos de hidrogênio, como o hidrogênio cinza, produzido a partir de fontes fósseis com alta emissão de CO₂, o turquesa, que envolve a reforma do metano com captura de carbono, e o marrom, derivado do carvão. O avanço no marco legal do hidrogênio verde posiciona o Brasil como líder potencial na transição energética global, favorecendo um futuro mais sustentável. Na sequência, faça o que é solicitado.

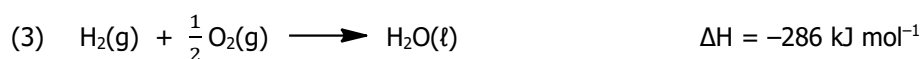
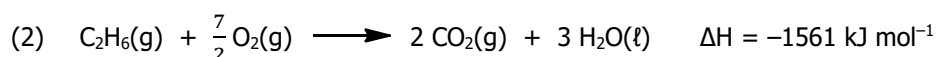
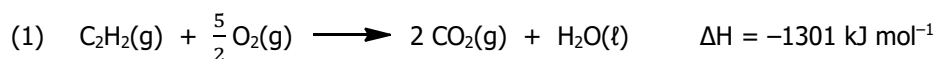


- (a) A eletrólise da água, no processo de produção de hidrogênio verde, refere-se à reação de decomposição da água em substâncias simples de seus elementos. (i) Escreva a equação balanceada dessa reação; (ii) Sabendo que essa reação necessita de energia para ocorrer, cite duas fontes de energia renovável que o Brasil tem em abundância e que podem ser utilizadas na produção de hidrogênio verde.
- (b) O chamado hidrogênio turquesa pode ser obtido pela pirólise do principal constituinte do gás natural, o CH₄. Nesse processo, o metano produz carbono sólido e gás hidrogênio. (i) Escreva a equação balanceada dessa reação; (ii) Sabendo que a energia para essa reação pode ser oriunda de fontes nucleares, trata-se de um processo com utilização de energia renovável? Por quê?

**Questão 3** (1,0 ponto)

A descoberta do fogo permitiu ao ser humano usar o calor para transformar a matéria. Milhares de anos depois, à luz da ciência moderna, surge a termodinâmica, fundamental para compreender as trocas de calor nas reações químicas, permitindo prever a direção e a viabilidade desses processos com base na energia envolvida.

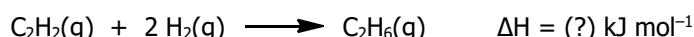
Abaixo há três exemplos de reações químicas, com seus respectivos valores de variação de entalpia. A partir disso, responda às questões propostas.



Dados de massa molar (g mol⁻¹) para os reagentes das reações:

C₂H₂ (acetileno) = 26,0; C₂H₆ (etano) = 30,0; H₂ (hidrogênio) = 2,0; O₂ (oxigênio) = 32,0.

- (a) Para as reações dadas, considerando rendimento total e reagentes puros, julgue se as afirmações são verdadeiras (V) ou falsas (F).
- () As três equações abordadas referem-se à reações de combustão.
 - () Em cada uma das reações dadas, a entalpia dos produtos é maior que a dos reagentes.
 - () Segundo a equação (1), a reação de 260 g de acetileno consome 320 g de O₂.
 - () Segundo a equação (2), a produção de 3122 kJ exige o consumo de 60 g de etano.
 - () A reação $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ também apresenta $\Delta H = -286 \text{ kJ mol}^{-1}$.
- (b) O etano pode ser obtido pela reação de hidrogenação do acetileno, conforme a equação abaixo. Calcule a variação de entalpia, em kJ mol⁻¹, para essa reação, a partir dos demais dados da questão. Justifique, mostrando como chegou na sua resposta.



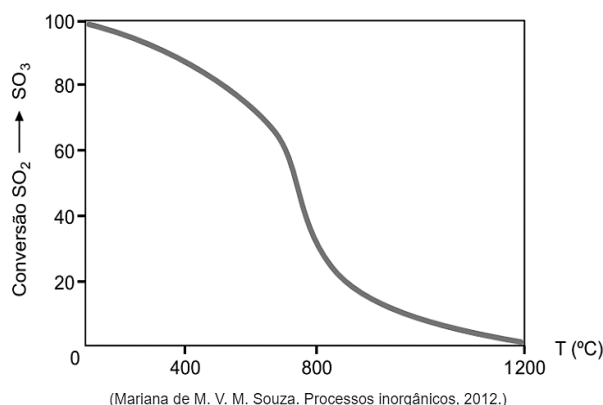
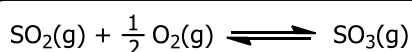

Questão 4 _____ **(2,0 pontos)**

Sobre o planeta Vênus, considere:

“Vênus é bonito de ver, mas é um inferno, porque tem temperaturas de quinhentos graus (Celsius), muito ácido sulfúrico e cheiro de ovo podre. Então, Vênus só é lindo na imaginação poética da humanidade, bem de longe.” **(Marcelo Gleiser, Físico e Astrônomo brasileiro)**

A Astroquímica contribui para a compreensão da química do universo e as dinâmicas atmosféricas em ambientes variados. Estudos sobre a atmosfera de Vênus, por exemplo, oferecem *insights* valiosos sobre a evolução de atmosferas planetárias e as condições extremas que diferem radicalmente da Terra. Além das características apontadas por Gleiser, Vênus tem gravidade um pouco menor que a da Terra, mas uma atmosfera tão densa, que a pressão é cerca de 90 vezes maior que a nossa pressão atmosférica normal.

Na química do elemento enxofre e seus derivados, sabemos do papel dos óxidos de enxofre na formação do ácido sulfúrico. Esses óxidos, na presença de oxigênio, estabelecem o equilíbrio químico exibido na equação (abaixo). O gráfico (ao lado), mostra o rendimento, em %, do sentido direto da reação, em função da temperatura.



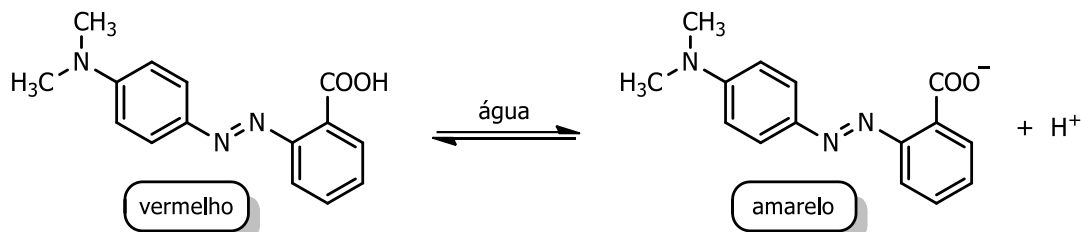
A partir do que foi abordado, faça o que é solicitado na sequência.

- (a) A respeito da reação em equilíbrio dada, julgue se as afirmações são verdadeiras (V) ou falsas (F):
- i. () A reação é de oxirredução, tendo o oxigênio O_2 como oxidante.
 - ii. () Em estado de equilíbrio, as velocidades das reações direta e inversa são constantes e iguais.
 - iii. () SO_2 e SO_3 são óxidos ácidos.
 - iv. () O SO_2 apresenta molécula linear e apolar.
 - v. () Em um sistema fechado e em equilíbrio, caso a concentração de O_2 diminua, a conversão de SO_2 em SO_3 é favorecida.
- (b) A reação em equilíbrio mostrada é endotérmica ou exotérmica? Explique como chegou a essa conclusão.
- (c) Na atmosfera de Vênus, o sentido direto da reação em equilíbrio é favorecido pela elevada pressão, segundo o princípio de Le Chatelier? Explique.
- (d) Escreva a equação química da produção de ácido sulfúrico a partir do óxido SO_3 , que é a mesma reação que ocorre na Terra na formação de chuvas ácidas.

ESPAÇO PARA RASCUNHOS

Questão 5 (1,0 ponto)

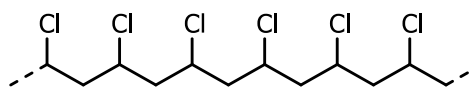
O vermelho de metila é um indicador ácido-base utilizado em diversas aplicações químicas, como em titulações e na determinação de faixas de pH de soluções aquosas. A equação abaixo exibe o equilíbrio químico estabelecido entre as formas não ionizada e ionizada em água, as quais apresentam diferentes cores. O K_a dessa reação vale $1,0 \cdot 10^{-5}$ e a faixa de viragem desse indicador é do pH 4,2 ao pH 6,3.



- (a) Sobre a forma não ionizada do indicador vermelho de metila, julgue se as afirmações são verdadeiras (V) ou falsas (F).
- () Apresenta dois anéis benzênicos, ambos dissustituídos em posição *orto*.
 - () Há um sistema de deslocalização eletrônica das ligações duplas conjugadas dos anéis aromáticos com os nitrogênios.
 - () Possui uma amina terciária.
 - () O vermelho de metila é um ácido com $pK_a = 5$.
 - () Possui um total de 7 hidrogênios.
- (b) Gotas de solução alcoólica de vermelho de metila são adicionadas às amostras indicadas a seguir. Qual a cor que o sistema adquire com a adição do indicador? Justifique sua resposta em cada caso.
- Vinagre, com $[H^+] = 0,01 \text{ mol L}^{-1}$;
 - Solução aquosa de hidróxido de sódio, em que $[OH^-] = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$.

Questão 6 (1,5 ponto)

A partir da década de 1950, o uso de plásticos se popularizou, especialmente com a introdução de embalagens descartáveis, produtos de consumo e até componentes industriais.

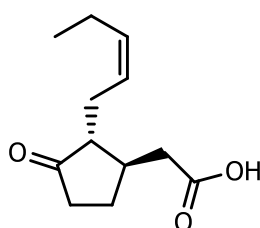


O PVC é o tipo de polímero presente nos populares "filmes plásticos", amplamente utilizados nas cozinhas e supermercados, para embalar alimentos. Na imagem acima, é mostrada uma parte da estrutura molecular desse polímero.

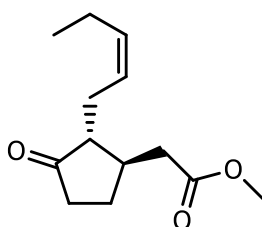
- (a) Represente a estrutura do monômero de partida para a síntese do PVC.
- (b) A síntese do PVC ocorre via polimerização por adição ou por condensação? Justifique sua resposta.
- (c) Julgue se as afirmações a seguir são verdadeiras (V) ou falsas (F).
- () O PVC é um exemplo de homopolímero.
 - () A degradação lenta do PVC, e de vários outros polímeros sintéticos, na natureza, é um dos fatores que contribuem para a poluição ambiental causada pelos plásticos.
 - () O PVC é um polímero com elevada solubilidade em água.
 - () A cadeia polimérica apresenta ligações covalentes pi (π).
 - () A unidade de repetição no polímero PVC é $\left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{Cl} \\ | \quad | \\ \text{---C---C---} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right]$.


Questão 7 _____ **(2,0 pontos)**

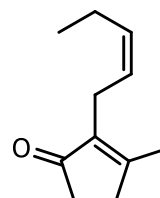
O ácido jasmônico, o jasmonato de metila e a *cis*-jasmona estão relacionados à sinalização química em plantas. Esses compostos desempenham papéis importantes em processos como a defesa contra estresses bióticos (como ataques de insetos e patógenos) e abióticos (como condições adversas ambientais), além de estarem envolvidos na regulação do crescimento e desenvolvimento das plantas. Abaixo são dadas as estruturas dessas substâncias.



ácido jasmônico

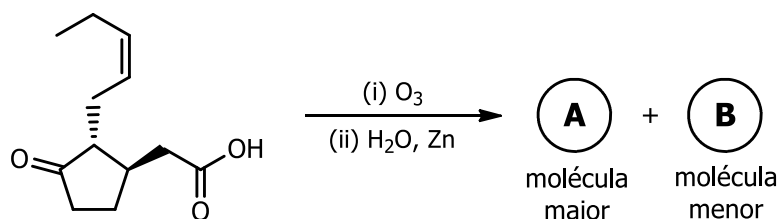


jasmonato de metila

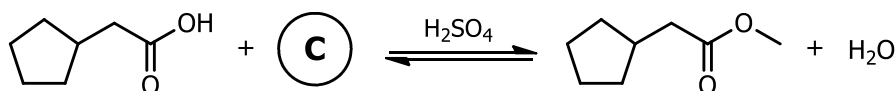

cis-jasmona

A partir do que foi abordado, responda às questões descritas a seguir.

- (a) O ácido jasmônico apresenta quiralidade. A partir da estrutura fornecida, represente o seu enantiômero.
- (b) Planeja-se executar uma reação de ozonólise, seguida de hidrólise, do ácido jasmônico, conforme é representado no esquema a seguir, esperando-se obter tipicamente dois compostos orgânicos (A e B). Desenhe as estruturas desses compostos.



- (c) Em plantas, o ácido jasmônico é convertido ao jasmonato de metila por meio de um processo de metilação, que é catalisado por uma enzima chamada jasmonato *O*-metiltransferase. Analogamente, é possível fazer a esterificação, em uma síntese em laboratório, de um composto similar ao ácido jasmônico descrito abaixo, usando o reagente C. Represente a (i) estrutura e o (ii) nome **usual** do composto C.



- (d) A jasmona pode existir sob duas formas, que são diastereoisômeros. Represente a estrutura do isômero geométrico da *cis*-jasmona.

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

ESPAÇO PARA RASCUNHOS

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Com massas atômicas relativas ao isótopo 12 do carbono

Com massas atômicas relativas ao isótopo 12 do carbono																		18	
1																	2		
1 H 1,01	2												13	14	15	16	17	2 He 4,00	
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 **05/11/2024** pelo site da ABQ-RS: <https://abqrs.com.br/cursos/olimpiadas/>