



Lista 02-PUC

Lista 02-PUC

QUESTÃO 01

O cloreto de cálcio (CaCl_2) é empregado tanto no degelo de estradas quanto em soluções de reposição de cálcio em ambiente hospitalar. A estabilidade desse sólido iônico está associada à sua energia reticular, que não pode ser medida diretamente, mas é obtida de forma indireta por meio de um ciclo termodinâmico conhecido como ciclo de Born-Haber.

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.

Processo	ΔH (kJ/mol)
$\text{Ca(s)} \rightarrow \text{Ca(g)}$	+178
$\text{Ca(g)} \rightarrow \text{Ca}^+(\text{g}) + \text{e}^-$	+590
$\text{Ca}^+(\text{g}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{g}) + \text{e}^-$	+1 145
$\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cl(g)}$	+244
$\text{Cl(g)} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-(\text{g})$	-349
$\text{Ca(s)} + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{s})$	-796

Com base nesses dados, a variação de entalpia do processo $\text{Ca}^{2+}(\text{g}) + 2 \text{Cl}^-(\text{g}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{s})$, em kJ/mol, é aproximadamente igual a

- A) -2 604.
- B) -2 499.
- C) -2 255.
- D) -1 110.

QUESTÃO 02

Fios de cobre de equipamentos hospitalares e placas de titânio usadas em cirurgias ortopédicas podem ser estirados, laminados e moldados sem se fragmentar — comportamento oposto ao de cristais de sais, que se partem quando golpeados. Essas diferenças de comportamento são explicadas pelos modelos de ligação química de cada material.

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.

Sobre a ligação metálica e as propriedades dela decorrentes, assinale a alternativa correta:

- A) A maleabilidade dos metais decorre do caráter não direcional da ligação metálica: o deslizamento de planos de cátions não rompe a coesão, pois os elétrons deslocalizados continuam a envolvê-los.
- B) A temperatura de fusão cresce na ordem $\text{Al} < \text{Mg} < \text{Na}$, pois o sódio, por ter maior raio atômico, forma um retículo com interações mais intensas entre os cátions e os elétrons.
- C) A condutividade elétrica de um metal aumenta com a elevação da temperatura, pois a agitação térmica libera mais elétrons dos cátions para o mar eletrônico.
- D) Em uma liga como o latão (Cu-Zn), os átomos do metal minoritário formam ligações covalentes direcionais com o metal majoritário, o que explica o aumento da dureza.

QUESTÃO 03

Um laboratório de controle de qualidade recebeu cinco amostras, identificadas apenas como V, W, X, Y e Z, e registrou algumas de suas propriedades, a 1 atm, no quadro a seguir.

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.

Amostra	Temperatura de fusão (°C)	Condutividade no estado sólido?	Condutividade quando fundida?	Comportamento em água	Aspecto do sólido
V	801	Não	Sim	Solúvel; a solução conduz	Duro e quebradiço
W	1 085	Sim	Sim	Insolúvel	Maleável e dúctil
X	$\approx 3\,600$ (sublimação)	Sim, ao longo de planos	—	Insolúvel	Macio; esfolia em lâminas
Y	1 713	Não	Muito pouco	Insolúvel	Muito duro e quebradiço
Z	17	Não	Não	Miscível; a solução conduz fracamente	—

A análise dos dados permite concluir corretamente que

- A) V e Z são substâncias iônicas, pois ambas originam soluções aquosas que conduzem corrente elétrica.
- B) X é uma substância metálica, pois conduz corrente elétrica no estado sólido e tem temperatura de fusão elevada.
- C) W e Y apresentam ligação metálica, o que explica a temperatura de fusão elevada de ambas.
- D) X e Y são sólidos covalentes, e a diferença de condutividade entre eles está relacionada à existência de elétrons deslocalizados em apenas um deles.

QUESTÃO 04

O carbono é o elemento com maior variedade de formas alotrópicas conhecidas. Além do diamante e do grafite, destacam-se o grafeno — uma única camada de átomos de carbono — e os fulerenos, como o C_{60} , cuja estrutura fechada, semelhante a uma bola de futebol, é formada por 12 pentágonos e 20 hexágonos. Derivados do C_{60} vêm sendo estudados como transportadores de fármacos, enquanto o grafeno é testado em biossensores de glicose.

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.

Sobre essas e outras formas alotrópicas de elementos químicos, assinale a alternativa correta:

- A) O grafite é mais denso que o diamante, pois os átomos de carbono de cada camada estão mais próximos entre si do que os átomos no retículo tridimensional do diamante.
- B) Em uma estrutura de Lewis do C_{60} , cada átomo de carbono está ligado a outros três, havendo 90 ligações carbono-carbono, das quais 30 são representadas como duplas.
- C) A conversão de O_2 em O_3 na estratosfera não é uma transformação química, pois ocorre entre formas alotrópicas de um mesmo elemento químico.
- D) No grafeno, os átomos de carbono apresentam hibridização sp^3 , o que explica sua elevada resistência mecânica e sua alta condutividade elétrica.

Lista 02-PUC

QUESTÃO 05

Até a década de 1960, acreditava-se que os gases nobres não formavam compostos. Hoje são conhecidas dezenas de substâncias, como XeF_4 e XeO_3 , além de compostos inter-halogênicos, como ClF_3 e BrF_5 , empregados como agentes de fluoração, e do íon tri-iodeto (I_3^-), presente em soluções antissépticas à base de iodo.

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.

Dados: números atômicos — H = 1; N = 7; O = 8; F = 9; S = 16; Cl = 17; Br = 35; I = 53; Xe = 54.

Considerando o modelo da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência (VSEPR), assinale a alternativa em que as duas espécies estão corretamente associadas às respectivas geometrias:

- A) SF_4 — tetraédrica; XeF_4 — tetraédrica.
 B) BrF_5 — bipirâmide trigonal; NH_4^+ — piramidal.
 C) ClF_3 — forma de T; I_3^- — linear.
 D) SO_3 — piramidal; XeO_3 — trigonal plana.

QUESTÃO 06

O sulfeto de hidrogênio (H_2S), responsável pelo odor característico de ovo podre, e o trifluoreto de nitrogênio (NF_3), usado na limpeza de câmaras de fabricação de chips, são moléculas cujos ângulos de ligação diferem dos observados em seus “análogos” mais conhecidos, H_2O e NH_3 .

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.

Dados: eletronegatividades (Pauling) — H = 2,1; C = 2,5; N = 3,0; O = 3,5; F = 4,0; S = 2,5. Números atômicos — H = 1; C = 6; N = 7; O = 8; F = 9; S = 16.

Considerando a repulsão entre pares eletrônicos, a eletronegatividade dos átomos ligados e o tamanho do átomo central, as relações corretas entre os ângulos de ligação (θ) das moléculas são:

- A) $\theta(\text{CH}_4) > \theta(\text{NH}_3)$; $\theta(\text{NH}_3) > \theta(\text{NF}_3)$; $\theta(\text{H}_2\text{O}) > \theta(\text{H}_2\text{S})$.
 B) $\theta(\text{NH}_3) > \theta(\text{CH}_4)$; $\theta(\text{NF}_3) > \theta(\text{NH}_3)$; $\theta(\text{H}_2\text{S}) > \theta(\text{H}_2\text{O})$.
 C) $\theta(\text{CH}_4) > \theta(\text{NH}_3)$; $\theta(\text{NF}_3) > \theta(\text{NH}_3)$; $\theta(\text{H}_2\text{O}) > \theta(\text{H}_2\text{S})$.
 D) $\theta(\text{CH}_4) = \theta(\text{NH}_3)$; $\theta(\text{NH}_3) = \theta(\text{NF}_3)$; $\theta(\text{H}_2\text{O}) = \theta(\text{H}_2\text{S})$.

QUESTÃO 07

Nitrito e nitrato de sódio são empregados como conservantes em embutidos, como salsichas e presuntos, enquanto sulfitos são adicionados a vinhos para evitar a oxidação, e sulfatos aparecem na composição de suplementos minerais. O controle da quantidade de nitrito em alimentos é importante, pois esse íon pode originar nitrosaminas, compostos associados a riscos à saúde.

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.

Dados: números atômicos — N = 7; O = 8; S = 16.

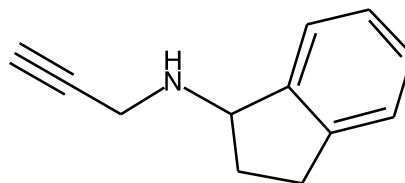
Entre os ânions nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-), sulfito (SO_3^{2-}) e sulfato (SO_4^{2-}), apresentam todos os seus átomos em um mesmo plano apenas

- A) o nitrato.
 B) o nitrito e o nitrato.
 C) o nitrato e o sulfito.
 D) o nitrito, o nitrato e o sulfito.

QUESTÃO 08

A rasagilina é um fármaco empregado no tratamento da doença de Parkinson. Ela atua como inibidor irreversível da enzima monoaminoxidase B (MAO-B): o grupo propargila ($-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$) presente na molécula liga-se covalentemente ao cofator da enzima, impedindo a degradação da dopamina no cérebro.

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.



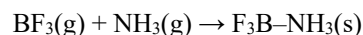
Fórmula estrutural da rasagilina

Na molécula de rasagilina, o número de átomos de carbono com hibridação sp^3 , sp^2 e sp e o número total de ligações π (π) são, respectivamente,

- A) 3, 6, 2 e 5.
 B) 4, 6, 2 e 4.
 C) 4, 8, 0 e 5.
 D) 4, 6, 2 e 5.

QUESTÃO 09

O trifluoreto de boro (BF_3) é um gás empregado como catalisador em sínteses orgânicas industriais. Por ser tóxico e de difícil manuseio, costuma ser comercializado na forma de adutos, como o formado com a amônia, representado pela equação:



Situação hipotética elaborada para fins didáticos.

Dados: números atômicos — H = 1; B = 5; N = 7; F = 9.

Na formação desse aduto, verifica-se que

- A) o boro passa de hibridação sp^2 para sp^3 , o nitrogênio mantém a hibridação sp^3 e o ângulo F–B–F diminui de 120° para um valor próximo ao tetraédrico.
 B) o boro passa de hibridação sp^3 para sp^2 , pois recebe um par de elétrons e completa o octeto, e o ângulo F–B–F aumenta para um valor próximo a 180° .
 C) o nitrogênio passa de hibridação sp^3 para sp^2 , pois perde seu par de elétrons isolado, e a geometria ao redor dele se torna trigonal plana.
 D) o boro mantém a hibridação sp^2 , pois a ligação B–N é coordenada e não altera a geometria trigonal plana do grupo BF_3 .

QUESTÃO 10

O aquecimento de alimentos em fornos de micro-ondas baseia-se na rotação das moléculas de água, que tendem a se alinhar a um campo elétrico que muda de sentido bilhões de vezes por segundo. Isso só ocorre porque a água é uma molécula polar: seu momento dipolar resultante, medido experimentalmente, é de 1,85 D (debye), e o ângulo de ligação H–O–H vale $104,5^\circ$.

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.

Dado: $\cos 52,25^\circ \approx 0,61$.

Considerando que o momento dipolar da molécula resulta da soma vetorial dos momentos dipolares das duas ligações O–H, o módulo do momento dipolar de cada ligação O–H é, aproximadamente,

- A) 0,56 D.
 B) 0,93 D.
 C) 1,5 D.
 D) 3,0 D.

Lista 02-PUC

QUESTÃO 11

Na escolha de solventes e fluidos para aplicações industriais e laboratoriais, a polaridade das moléculas é um critério determinante, pois interfere na solubilidade, na volatilidade e no comportamento da substância em campos elétricos. Considere as moléculas a seguir.

- I. SF₄
- II. XeF₄
- III. trans-1,2-dicloroeteno (ClHC=CHCl)
- IV. CH₂Cl₂
- V. SO₃
- VI. O₃

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.

Dados: números atômicos — H = 1; C = 6; O = 8; F = 9; S = 16; Cl = 17; Xe = 54.

São apolares apenas as moléculas

- A) III e V.
- B) II, III e V.
- C) I, II, III e V.
- D) II, III, V e VI.

QUESTÃO 12

A temperatura de ebulição de uma substância molecular é um indicador da intensidade das interações entre suas moléculas. O quadro a seguir reúne dados de algumas substâncias, a 1 atm.

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.

Substância	Fórmula	Massa molar (g/mol)	Temperatura de ebulição (°C)
metano	CH ₄	16	-161,5
amônia	NH ₃	17	-33,3
fluoreto de hidrogênio	HF	20	19,5
água	H ₂ O	18	100,0
pentano	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₃	72	36,1
2-metilbutano	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₃	72	27,8
2,2-dimetilpropano	C(CH ₃) ₄	72	9,5

A interpretação correta dos dados é:

- A) A água ferve a uma temperatura maior que a do HF porque a ligação O—H é mais polar que a ligação H—F.
- B) O 2,2-dimetilpropano tem a menor temperatura de ebulição entre os isômeros C₅H₁₂ por apresentar a menor massa molar entre eles.
- C) A amônia ferve a uma temperatura muito inferior à da água porque suas moléculas não formam ligações de hidrogênio, apenas interações dipolo-dipolo.
- D) Embora cada ligação de hidrogênio F—H...F seja mais intensa que O—H...O, a água ferve a uma temperatura maior porque cada molécula participa, em média, de mais ligações de hidrogênio.

QUESTÃO 13

Na técnica de PCR, usada no diagnóstico de infecções virais, a dupla-fita de DNA é separada por aquecimento (desnaturação). A temperatura em que metade das duplas-fitas se separa, chamada temperatura de fusão (T_m), depende da composição de bases, pois as duas fitas são mantidas unidas por ligações de hidrogênio entre bases complementares.

Considere três fragmentos de DNA dupla-fita, todos com 10 pares de bases, cujas fitas no sentido 5'→3' são:

- I. 5'-GCGATATCGC-3'
- II. 5'-ATATGCATAT-3'
- III. 5'-GCATATATGC-3'

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.

Considerando apenas as ligações de hidrogênio entre as bases pareadas, a ordem decrescente de T_m e o número total de ligações de hidrogênio entre as fitas dos fragmentos I, II e III, nessa ordem, são:

- A) II > III > I; 24, 28 e 26.
- B) I = II = III; 20, 20 e 20.
- C) I > III > II; 26, 22 e 24.
- D) I > III > II; 52, 44 e 48.

QUESTÃO 14

O lugol, solução empregada em procedimentos médicos e como antisséptico, é preparado dissolvendo-se iodo (I₂) em solução aquosa de iodeto de potássio (KI), já que o iodo é pouco solúvel em água pura. Em laboratório, observa-se ainda que o I₂ é bastante solúvel em hexano, enquanto o cloreto de sódio praticamente não se dissolve nesse solvente.

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.

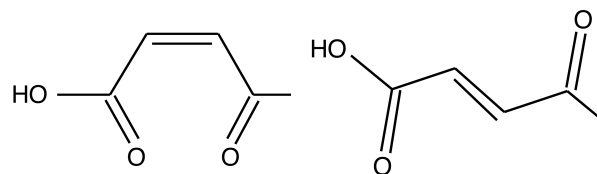
Sobre as interações envolvidas nesses processos de dissolução, assinale a alternativa correta:

- A) A baixa solubilidade do I₂ em água se deve ao fato de que dissolvê-lo exigiria romper ligações de hidrogênio entre as moléculas de água, compensadas apenas por interações dipolo permanente-dipolo induzido, mais fracas.
- B) Na solução aquosa de NaCl, cada cátion Na⁺ fica envolvido por moléculas de água orientadas com os átomos de hidrogênio voltados para ele, e cada ânion Cl⁻, pelos átomos de oxigênio.
- C) O I₂ dissolve-se bem em hexano porque ambas as substâncias são formadas por moléculas polares, que interagem entre si por forças do tipo dipolo permanente-dipolo permanente.
- D) O NaCl não se dissolve em hexano porque as ligações de hidrogênio existentes entre as moléculas de hexano são mais intensas que as interações íon-dipolo que se formariam.

QUESTÃO 15

O ácido fumárico é empregado como acidulante em alimentos (INS 297), e um de seus ésteres, o fumarato de dimetila, é utilizado no tratamento da esclerose múltipla. Seu isômero geométrico, o ácido maleico, apresenta propriedades físicas bastante distintas, conforme mostra o quadro.

Situação hipotética elaborada para fins didáticos.



Ácido maleico

Ácido fumárico

Propriedade	Ácido maleico	Ácido fumárico
-------------	---------------	----------------

Lista 02-PUC

Fórmula molecular	C ₄ H ₄ O ₄	C ₄ H ₄ O ₄
Temperatura de fusão (°C)	135	287
Solubilidade em água a 25 °C (g/L)	478	7

A diferença entre as temperaturas de fusão dos dois isômeros é corretamente explicada pelo seguinte fato:

A) os carbonos da dupla ligação do ácido maleico têm hibridação sp^3 , o que confere à molécula maior flexibilidade e dificulta o empacotamento no cristal.

B) o ácido fumárico tem maior massa molar e, por isso, forças de dispersão de London mais intensas que as do ácido maleico.

C) o ácido maleico tem momento dipolar resultante nulo e interage apenas por forças de dispersão, enquanto o ácido fumárico é polar.

D) no ácido maleico, a proximidade das carboxilas permite ligação de hidrogênio intramolecular, que reduz as intermoleculares, enquanto no fumárico o arranjo trans favorece ligações de hidrogênio entre moléculas.

Lista 02-PUC

Gabarito

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
C	A	D	B	C	A	B	D	A	C	B	D	C	A	D

Resoluções

Resposta da questão 1: [C]

Resolução

Pela lei de Hess, a entalpia de formação do $\text{CaCl}_2(\text{s})$ é a soma de todas as etapas do ciclo: sublimação do cálcio, primeira e segunda energias de ionização, dissociação de 1 mol de Cl_2 (que já fornece os 2 mol de átomos de Cl necessários), afinidade eletrônica de 2 mol de Cl e, por fim, a etapa reticular (U).

$$\Delta H_f = 178 + 590 + 1\,145 + 244 + 2(-349) + U$$

$$-796 = 1\,459 + U \Rightarrow U = -2\,255 \text{ kJ/mol}$$

O valor elevado e negativo indica que a formação do retículo a partir dos íons gasosos é fortemente exotérmica — é ela que compensa o alto custo energético de formar o íon Ca^{2+} .

Análise das alternativas

A) Considera a afinidade eletrônica de apenas 1 mol de Cl (-349), esquecendo que a fórmula tem dois íons cloreto: $U = -796 - 1\,808 = -2\,604 \text{ kJ/mol}$.

B) Multiplica a energia de dissociação por 2 (488 kJ), como se fossem necessários 2 mol de Cl_2 , confundindo a proporção estequiométrica: $U = -796 - 1\,703 = -2\,499 \text{ kJ/mol}$.

C) Correta.

D) Omite a segunda energia de ionização, tratando o cálcio como se formasse Ca^+ : $U = -796 - 314 = -1\,110 \text{ kJ/mol}$.

Resposta da questão 2: [A]

Resolução

Na ligação metálica, cátions ocupam posições do retículo imersos em elétrons de valência deslocalizados. Como a atração não tem direção preferencial, quando uma força desloca planos de cátions, a nova posição continua cercada pelo mar eletrônico e o material se deforma sem se romper. Em um cristal iônico, o mesmo deslizamento aproxima íons de mesma carga, e a repulsão fratura o sólido.

Análise das alternativas

A) Correta.

B) Inverte a ordem real ($\text{Na} \approx 98^\circ\text{C} < \text{Mg} \approx 650^\circ\text{C} < \text{Al} \approx 660^\circ\text{C}$). Cátions de maior carga e menor raio, com mais elétrons de valência por átomo, geram ligação metálica mais intensa; raio maior enfraquece a ligação.

C) Em metais, a condutividade diminui com a temperatura: a vibração mais intensa dos cátions dificulta o fluxo dos elétrons. O aumento de condutividade com a temperatura é característico de semicondutores.

D) Ligas metálicas continuam mantidas por ligação metálica. A maior dureza vem de átomos de tamanhos diferentes no retículo, que dificultam o deslizamento dos planos, e não de ligações covalentes.

Resposta da questão 3: [D]

Resolução

V: conduz apenas fundido ou em solução, é duro e quebradiço → sólido iônico (comportamento do NaCl).

W: conduz nos estados sólido e líquido e é maleável → metal (comportamento do cobre).

X: temperatura de fusão/sublimação altíssima, conduz ao longo de planos, macio e laminar → sólido covalente com elétrons π deslocalizados nas camadas (comportamento do grafite).

Y: altíssima TF, não conduz, muito duro e insolúvel → sólido covalente sem elétrons deslocalizados (comportamento do SiO_2).

Z: baixa TF, não conduz puro, mas a solução aquosa conduz fracamente → substância molecular que se ioniza parcialmente em água (comportamento do ácido acético).

Análise das alternativas

A) Confunde ionização com dissociação: Z não conduz nem no estado líquido; sua solução conduz porque as moléculas reagem com a água formando íons, o que é típico de compostos moleculares (ácidos).

B) Condutividade no sólido não é exclusiva de metais. X não é maleável — esfolia em lâminas — e conduz apenas em uma direção, o que indica sólido covalente lamelar.

C) Y não conduz corrente elétrica, o que exclui ligação metálica. Temperatura de fusão elevada ocorre também em sólidos iônicos e covalentes reticulares.

D) Correta.

Resposta da questão 4: [B]

Resolução

No C_{60} , cada um dos 60 carbonos está ligado a 3 vizinhos. Como cada ligação é compartilhada por 2 átomos: $(60 \times 3) / 2 = 90$ ligações C–C. O mesmo resultado sai das faces: $(12 \times 5 + 20 \times 6) / 2 = 90$ arestas.

Lista 02-PUC

Para que cada carbono complete quatro ligações com apenas três vizinhos, cada átomo deve participar de uma ligação dupla. Como cada dupla envolve 2 átomos: $60 / 2 = 30$ ligações duplas (e 60 simples).

Análise das alternativas

- A) É verdade que a distância C–C dentro de uma camada do grafite é menor que no diamante, mas as camadas ficam muito afastadas entre si (interações fracas), o que torna o grafite menos denso ($\approx 2,2 \text{ g/cm}^3$) que o diamante ($\approx 3,5 \text{ g/cm}^3$).
 B) Correta.
 C) O_2 e O_3 são substâncias diferentes (atomicidades distintas); converter uma na outra envolve quebra e formação de ligações, portanto é transformação química.
 D) No grafeno, os carbonos são sp^2 (três ligações σ no plano e um orbital p que forma o sistema π deslocalizado); é justamente esse sistema π que explica a condutividade. Carbono sp^3 (diamante) não conduz.

Resposta da questão 5: [C]

Resolução

ClF_3 : Cl tem 7 elétrons de valência; 3 formam ligações e sobram 2 pares isolados $\rightarrow$ 5 pares (arranjo bipirâmide trigonal, AX_3E_2). Os pares isolados ocupam posições equatoriais $\rightarrow$ geometria em forma de T.

I_3^- : o I central tem $7 + 1$ (carga) = 8 elétrons; 2 ligações e 3 pares isolados $\rightarrow$ 5 pares (AX_2E_3). Os 3 pares isolados ficam no plano equatorial $\rightarrow$ geometria linear.

Análise das alternativas

- A) Conta apenas os átomos ligados e ignora os pares isolados. SF_4 (AX_4E) é gangorra; XeF_4 (AX_4E_2) é quadrado planar.
 B) BrF_5 (AX_5E) é pirâmide de base quadrada (arranjo octaédrico com um par isolado); NH_4^+ não tem par isolado no N e é tetraédrico — a geometria piramidal é a do NH_3 .
 C) Correta.
 D) Inverte as geometrias: SO_3 não tem par isolado no S (AX_3) e é trigonal plana; XeO_3 tem um par isolado no Xe (AX_3E) e é piramidal.

Resposta da questão 6: [A]

Resolução

$\text{CH}_4 \times \text{NH}_3$: ambos têm 4 pares ao redor do átomo central, mas o par isolado do N ocupa mais espaço e comprime os ângulos H–N–H ($\approx 107^\circ$) em relação ao tetraédrico perfeito do CH_4 ($109,5^\circ$).

$\text{NH}_3 \times \text{NF}_3$: o F, muito eletronegativo, atrai os pares ligantes para longe do N; os pares ligantes ficam menos concentrados perto do átomo central, repelem-se menos, e o ângulo diminui ($\approx 102^\circ$ no NF_3).

$\text{H}_2\text{O} \times \text{H}_2\text{S}$: o S é maior e menos eletronegativo que o O; os pares ligantes ficam mais afastados do núcleo central e se repelem menos, o que reduz o ângulo ($\approx 104,5^\circ$ na água; $\approx 92^\circ$ no H_2S).

Análise das alternativas

- A) Correta.
 B) Inverte todas as relações, como se pares isolados e átomos maiores abrissem os ângulos.
 C) Acerta as relações que dependem só do número de pares isolados, mas supõe que átomos de F, por serem maiores que H, abriam o ângulo — ignora o efeito da eletronegatividade sobre a posição dos pares ligantes.
 D) Considera que o mesmo arranjo eletrônico (tetraédrico) implica ângulos iguais, confundindo arranjo dos pares com geometria molecular.

Resposta da questão 7: [B]

Resolução

NO_2^- : N com 2 domínios ligantes e 1 par isolado $\rightarrow$ angular. Toda molécula/ion com três átomos é necessariamente plana.

NO_3^- : N com 3 domínios ligantes, sem par isolado $\rightarrow$ trigonal plana.

SO_3^{2-} : S com 3 domínios ligantes e 1 par isolado $\rightarrow$ piramidal (não plana).

SO_4^{2-} : S com 4 domínios ligantes $\rightarrow$ tetraédrica (não plana).

Análise das alternativas

- A) Associa “plana” apenas à geometria trigonal plana e esquece que a geometria angular também é plana.
 B) Correta.
 C) Transfere para o sulfito a geometria do SO_3 neutro (trigonal plana), ignorando o par isolado que surge no enxofre com as duas cargas negativas.
 D) Comete os dois erros anteriores: reconhece o nitrito como plano, mas atribui ao sulfito a geometria do SO_3 .

Resposta da questão 8: [D]

Resolução

Fórmula molecular $\text{C}_{12}\text{H}_{13}\text{N}$ (12 carbonos).

sp^3 : o CH ligado ao N, os dois CH_2 do anel de cinco membros e o CH_2 do grupo propargila $\rightarrow$ 4.

sp^2 : os 6 carbonos do anel aromático $\rightarrow$ 6.

sp : os 2 carbonos da ligação tripla $\rightarrow$ 2.

Ligações π : 3 no anel aromático + 2 na ligação tripla = 5.

Lista 02-PUC

Análise das alternativas

- A) Deixa de contar o CH₂ do grupo propargila (entre o N e a tripla) como carbono sp³.
 B) Acerta as hibridações, mas conta a ligação tripla como uma única ligação π (ela tem 1 σ e 2 π).
 C) Trata os carbonos da tripla como sp², confundindo o número de ligações π do carbono com a hibridação.
 D) Correta.

Resposta da questão 9: [A]

Resolução

No BF₃, o boro tem 3 pares ligantes e nenhum par isolado → sp², trigonal plano, ângulo de 120°, com um orbital p vazio. O par isolado do N da amônia ocupa esse orbital vazio (ligação coordenada). O boro passa a ter 4 pares ligantes → sp³, arranjo tetraédrico, e o ângulo F–B–F cai para próximo de 109°.

O nitrogênio já tinha 4 domínios (3 ligações + 1 par isolado); após doar o par, continua com 4 domínios (4 ligações) → permanece sp³ e passa a ter arranjo tetraédrico.

Análise das alternativas

- A) Correta.
 B) Inverte o sentido da mudança: receber um quarto par eletrônico aumenta o número de domínios e leva a sp³, não a sp².
 C) Confunde “doar o par” com “perder um domínio”: o par isolado passa a ser um par ligante, e o número de domínios ao redor do N continua 4.
 D) Supõe que ligação coordenada não conta como domínio eletrônico. Uma vez formada, ela é uma ligação covalente como as demais.

Resposta da questão 10: [C]

Resolução

Os dois vetores O–H têm o mesmo módulo μ e formam 104,5° entre si. A resultante está sobre a bissetriz do ângulo; cada vetor contribui com sua projeção nessa direção: $\mu \cdot \cos(104,5^\circ/2)$.

$$\mu_{\text{água}} = 2 \cdot \mu_{\text{OH}} \cdot \cos 52,25^\circ \Rightarrow 1,85 = 2 \cdot \mu_{\text{OH}} \cdot 0,61 \Rightarrow \mu_{\text{OH}} = 1,85 / 1,22 \approx 1,5 \text{ D.}$$

Análise das alternativas

- A) Multiplica em vez de dividir pelo cosseno: $1,85 \times 0,61 / 2 \approx 0,56 \text{ D}$. O resultado é impossível: como os vetores formam um ângulo entre si, cada dipolo de ligação precisa ser maior que a metade da resultante (0,93 D).
 B) Divide a resultante por 2 como se os dois dipolos fossem paralelos (soma escalar), ignorando o ângulo.
 C) Correta.
 D) Divide pelo cosseno, mas esquece o fator 2 (considera apenas uma ligação contribuindo): $1,85 / 0,61 \approx 3,0 \text{ D}$.

Resposta da questão 11: [B]

Resolução

- I. SF₄: gangorra (AX₄E) → dipolos não se cancelam → polar.
 II. XeF₄: quadrado planar (AX₄E₂); os dois pares isolados ficam opostos e os dipolos Xe–F se cancelam → apolar.
 III. trans-1,2-dicloroeteno: os dipolos C–Cl estão em sentidos opostos e se anulam → apolar.
 IV. CH₂Cl₂: tetraédrica com ligantes diferentes → polar.
 V. SO₃: trigonal plana, três dipolos iguais a 120° → apolar.
 VI. O₃: angular; o átomo central é diferente dos terminais em densidade eletrônica (estruturas de ressonância com cargas formais) → polar, mesmo sendo substância simples.

Análise das alternativas

- A) Considera que a presença de pares isolados no Xe torna o XeF₄ polar, sem perceber que os dois pares estão em posições opostas e o arranjo é simétrico.
 B) Correta.
 C) Supõe que quatro ligantes iguais sempre produzem molécula apolar, ignorando que a geometria do SF₄ (gangorra) não é simétrica.
 D) Associa “substância simples” a “molécula apolar”: o O₃ é angular e tem momento dipolar diferente de zero.

Resposta da questão 12: [D]

Resolução

O F é o elemento mais eletronegativo; logo, a ligação H–F é mais polar e cada ligação de hidrogênio F–H···F é individualmente mais forte. Porém, cada molécula de HF tem 1 H disponível para doar, enquanto a molécula de água tem 2 H e 2 pares isolados, podendo participar de até 4 ligações de hidrogênio. O número de interações por molécula prevalece, e a água ferve a temperatura bem maior.

Nos isômeros C₅H₁₂, a massa molar é a mesma (72 g/mol); a TE diminui com a ramificação porque a molécula fica mais compacta, com menor superfície de contato e forças de dispersão de London menos intensas.

Análise das alternativas

- A) Inverte a ordem de eletronegatividade: F (4,0) é mais eletronegativo que O (3,5); a ligação H–F é a mais polar.
 B) Isômeros têm a mesma massa molar; a diferença vem da forma da molécula (superfície de contato), não da massa.
 C) A amônia forma ligações de hidrogênio (N–H···N); elas são apenas menos intensas e menos numerosas que as da água, pois o N é menos eletronegativo e tem só um par isolado.

Lista 02-PUC

D) Correta.

Resposta da questão 13: [C]**Resolução**

O par A–T é unido por 2 ligações de hidrogênio, e o par G–C, por 3.

I (GCGATATCGC): 6 pares G–C e 4 pares A–T $\rightarrow 6 \times 3 + 4 \times 2 = 26$.

II (ATATGCATAT): 2 pares G–C e 8 pares A–T $\rightarrow 2 \times 3 + 8 \times 2 = 22$.

III (GCATATATGC): 4 pares G–C e 6 pares A–T $\rightarrow 4 \times 3 + 6 \times 2 = 24$.

Mais ligações de hidrogênio $\rightarrow$ maior energia para separar as fitas $\rightarrow$ maior T_m : I > III > II.

Análise das alternativas

A) Inverte o número de ligações de hidrogênio dos pares (considera A–T com 3 e G–C com 2).

B) Considera que fragmentos com o mesmo número de pares têm a mesma estabilidade, atribuindo 2 ligações a qualquer par.

C) Correta.

D) Conta as ligações de hidrogênio duas vezes (uma para cada fita), sem perceber que cada ligação é compartilhada entre as duas fitas.

Resposta da questão 14: [A]**Resolução**

A dissolução depende do balanço entre as interações rompidas (soluto–soluto e solvente–solvente) e as formadas (soluto–solvente). Para o I_2 (apolar) entrar na água, é preciso romper ligações de hidrogênio entre moléculas de água; em troca, formam-se apenas interações dipolo permanente–dipolo induzido, mais fracas — o balanço é desfavorável.

Em hexano, tanto o I_2 quanto o solvente são apolares e interagem por dispersão de London; as interações formadas são comparáveis às rompidas, e a dissolução ocorre. (Em KI(aq), o I_2 reage com I^- formando o íon I_3^- , que é bem solúvel — por isso o lugol usa KI.)

Análise das alternativas

A) Correta.

B) Inverte a orientação: o cátion Na^+ atrai o polo negativo da água (oxigênio), e o ânion Cl^- atrai o polo positivo (hidrogênios).

C) I_2 e hexano são apolares; a interação entre eles é do tipo dipolo induzido–dipolo induzido (dispersão de London).

D) O hexano não forma ligações de hidrogênio (não tem H ligado a N, O ou F). O NaCl não se dissolve porque o hexano, apolar, não estabiliza os íons, e a energia do retículo não é compensada.

Resposta da questão 15: [D]**Resolução**

No isômero cis (maleico), as duas carboxilas estão do mesmo lado da dupla ligação e podem formar uma ligação de hidrogênio dentro da própria molécula. Parte da capacidade de fazer ligações de hidrogênio fica “ocupada” internamente, e as interações entre moléculas vizinhas no cristal são menos intensas $\rightarrow$ menor TF.

No isômero trans (fumárico), as carboxilas apontam para lados opostos e se ligam a carboxilas de moléculas vizinhas, formando cadeias contínuas de ligações de hidrogênio e um retículo cristalino mais estável $\rightarrow$ maior TF (e, por isso mesmo, menor solubilidade em água).

Análise das alternativas

A) Os carbonos da dupla ligação são sp^2 nos dois isômeros; a rigidez da dupla é justamente o que impede a interconversão cis/trans.

B) Isômeros têm a mesma fórmula molecular ($C_4H_4O_4$) e, portanto, a mesma massa molar.

C) Inverte a polaridade: no maleico (cis), os dipolos das carboxilas somam-se e a molécula é polar; no fumárico (trans), eles tendem a se cancelar.

D) Correta.