

Ficha — Geometria molecular e polaridade de moléculas simples

10.º Ano Física e Química A 4 páginas 12 exercícios

Objetivo: Prever a geometria de moléculas simples com base na repulsão dos pares de eletrões de valência e decidir, a partir dessa geometria, se a molécula é polar ou apolar.

Revisão rápida

Repulsão dos pares de eletrões de valência. Os pares de eletrões à volta do átomo central são nuvens negativas que se repelem e ocupam a posição mais afastada possível. Contam-se **domínios** = átomos ligados + pares solitários; uma dupla ou tripla conta como **um** domínio.

Ordem de repulsão: solitário–solitário > solitário–ligação > ligação–ligação. Por isso os pares solitários apertam os ângulos.

Domínios (ligação + solitários)	Geometria	Ângulo	Exemplo
2 + 0	linear	180°	CO ₂ , BeCl ₂
3 + 0	trigonal plana	120°	BF ₃ , BCl ₃
4 + 0	tetraédrica	109,5°	CH ₄
3 + 1	piramidal	107°	NH ₃
2 + 2	angular	104,5°	H ₂ O

Polaridade. Quando os átomos partilham os eletrões de forma desigual, a ligação é polar e cria-se um dipolo (δ^+ ... δ^-). A molécula é **polar** se os dipolos *não* se cancelarem e **apolar** se a geometria for simétrica e os dipolos se anularem.

Exercícios

1. Explica, com base na repulsão dos pares de eletrões, porque é que os domínios eletrónicos de um átomo central se afastam uns dos outros.

2. Indica quantos domínios eletrónicos há no átomo central de a) CH₄, b) NH₃, c) H₂O, e quantos deles são pares solitários.

3. Indica a geometria e o ângulo de ligação do a) CO_2 , b) CH_4 , c) BF_3 , usando a tabela da revisão rápida.

4. Os três compostos CH_4 , NH_3 e H_2O têm quatro domínios eletrónicos. Os seus ângulos são, respectivamente, $109,5^\circ$, 107° e $104,5^\circ$. Explica porque é que o ângulo diminui à medida que aumentam os pares solitários.

5. Indica a ordem de intensidade das repulsões entre pares de eletrões e aplica essa ordem à molécula de água.

6. No CO_2 existem duas ligações duplas no carbono. Explica porque é que essas duas duplas contam como dois domínios eletrónicos e não quatro.

7. Calcula quantos graus perde o ângulo de ligação ao passar do CH_4 ao H_2O , e indica quantos graus representa cada «passo» de pares solitários adicionados.

8. O monóxido de carbono e o dióxido de carbono apresentam ambos geometria linear. Explica porque se chega ao mesmo resultado por razões diferentes.

9. Define ligação polar e ligação apolar, indicando o que causa a separação de cargas parciais δ^+ e δ^- .

10. Classifica como polar ou apolar e justifica pela geometria: a) H_2O b) CO_2 c) CH_4 d) NH_3 .

11. O dióxido de carbono tem ligações polares, mas a molécula é apolar. Justifica este aparente contraste.

12. Verdadeiro ou falso. Corrige as falsas.

a) Os pares solitários ocupam mais espaço e comprimem os ângulos de ligação. (V/F)

b) No CO_2 cada ligação dupla conta como dois domínios eletrónicos. (V/F)

c) O NH_3 tem geometria tetraédrica com ângulo de $109,5^\circ$. (V/F)

d) Uma molécula simétrica pode ter ligações polares e ainda assim ser apolar. (V/F)

e) A molécula de água é angular e por isso é polar. (V/F)

Soluções — Geometria molecular e polaridade

10.º Ano

Física e Química A

Resolução completa

1. Cada par de eletrões é uma nuvem negativa e, sendo cargas do mesmo sinal, repelem-se. O sistema fica tanto mais estável quanto menor for essa repulsão, por isso os domínios eletrónicos afastam-se até ocupar a posição que os separa ao máximo — é esse arranjo que determina a geometria da molécula.

2. a) CH_4 — 4 domínios, todos de ligação: **4 + 0**. b) NH_3 — 3 átomos ligados + 1 par solitário: **3 + 1 = 4** domínios. c) H_2O — 2 átomos ligados + 2 pares solitários: **2 + 2 = 4** domínios.

3. a) CO_2 — 2 domínios + 0 solitários no carbono → **linear, 180°**. b) CH_4 — 4 + 0 → **tetraédrica, 109,5°**. c) BF_3 — 3 + 0 → **trigonal plana, 120°**.

4. Os três têm o mesmo arranjo tetraédrico dos quatro domínios, mas os pares solitários ocupam **mais volume** do que os pares de ligação, porque estão sob a influência de um só núcleo em vez de dois. Ao repelirem mais fortemente os pares de ligação, empurram-nos uns para os outros e **reduzem o ângulo**. Por isso o ângulo cai de 109,5° (0 solitários) para 107° (1) e para 104,5° (2).

5. A ordem é **solitário–solitário > solitário–ligação > ligação–ligação**. Na água há dois pares solitários, que são as repulsões mais fortes: comprimem as duas ligações O–H entre si e originam o ângulo de 104,5°, inferior ao tetraédrico de 109,5°.

6. Porque para a VSEPR o que importa é o **número de regiões** de eletrões, não o número de pares. Cada ligação dupla é uma só região contínua de eletrões à volta do carbono, logo as duas duplas são **dois domínios**. Com 2 domínios e 0 pares solitários resulta a geometria linear, com ângulo de 180°.

7. $109,5^\circ - 104,5^\circ = 5,0^\circ$ — o ângulo perde **5,0°** no total. Como são acrescentados dois pares solitários, cada «passo» vale $5,0 \div 2 = 2,5^\circ$: $109,5^\circ \rightarrow 107^\circ (-2,5^\circ) \rightarrow 104,5^\circ (-2,5^\circ)$.

8. O CO (monóxido) é uma molécula diatómica — só tem dois átomos, logo é sempre **linear**. O CO_2 tem um átomo central de carbono com **dois domínios** de ligação e nenhum par solitário, que se afastam até 180°, dando também **linear**. Geometrias iguais, mas por razões diferentes: uma é obrigatória (molécula de dois átomos) e a outra resulta da repulsão entre domínios.

9. A ligação é **polar** quando os eletrões são partilhados de forma desigual — o átomo mais eletronegativo atrai a nuvem para si e fica com carga parcial δ^- , ficando o outro com δ^+ . É **apolar** quando a partilha é igual, ou seja quando os átomos são iguais e a diferença de eletronegatividade é nula.

10. a) H_2O — **polar**: é angular, os dipolos O–H não se anulam. b) CO_2 — **apolar**: é linear e simétrico, os dois dipolos opostos cancelam-se. c) CH_4 — **apolar**: as quatro ligações estão dispostas tetraédricamente e os vetores anulam-se. d) NH_3 — **polar**: é piramidal, o par solitário no ápice reforça o dipolo.

11. Não há contraste: o que decide a polaridade da *molécula* é a **soma vetorial** dos dipolos. No CO_2 as duas ligações são polares, mas estão em direções opostas e com a mesma intensidade, num ângulo de 180° — os vetores somam zero. A molécula tem dipolos de ligação mas **momento de dipolo nulo**, logo é apolar.

12. a) **V** — os pares solitários ocupam mais espaço e reduzem o ângulo. b) **F** — cada dupla conta como **um** domínio, não dois. c) **F** — o NH_3 é **piramidal** com 107°; a tetraédrica com 109,5° é o CH_4 . d) **V** — a simetria pode anular os dipolos, como no CO_2 e no CH_4 . e) **V** — a geometria angular impede o cancelamento dos dipolos.

Nota: há sempre duas perguntas em cadeia — primeiro *quantos domínios e quantos solitários*, depois *que geometria e que ângulo*. Só depois é que se pergunta pela polaridade. Nunca decidas a polaridade antes de saber a forma: é a geometria que diz se os dipolos se cancelam ou não.