LISTA DE EXERCÍCIOS — ESTEQUIOMETRIA

Química · Ensino Médio – Prof. Vanderlei Paula

Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____ Data: ___/___/___

Para consultar

• Massas atômicas (u): H = 1; C = 12; N = 14; O = 16; Na = 23; Mg = 24; Al = 27; P = 31; S = 32; Cl = 35,5; Ca = 40; Fe = 56; Cu = 63,5; Zn = 65; Au = 197.

• Constante de Avogadro: $N_a = 6{,}0 \times 10^{23}\ mol^{-1}$. $n = m \div M$; $N = n \times N_a$.

• Volume molar dos gases: 22,4 L/mol (0 °C e 1 atm, CNTP); 24,5 L/mol (25 °C e 1 atm). $V = n \times Vm$.

• Equação dos gases: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$, com $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$ e $T(K) = t(°C) + 273$.

• Pureza: m(pura) = pureza × m(amostra). Rendimento: m(real) = rendimento × m(teórica).

• Os coeficientes da equação balanceada dão a proporção em mol (e em volume, para gases nas mesmas T e P).

PARTE 1 · MOL, MASSA MOLAR E CONSTANTE DE AVOGADRO

Toda conta passa pelo mol: massa ⇄ mol ⇄ partículas.

1. Calcule a massa molar de cada substância.

a) H_2SO_4 (ácido sulfúrico)

b) $Ca_3(PO_4)_2$ (fosfato de cálcio, dos ossos)

c) $Al_2(SO_4)_3$ (sulfato de alumínio, do tratamento de água)

d) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (sulfato de cobre penta-hidratado)

2. Em 88 g de gás carbônico (CO_2), calcule:

a) a quantidade em mol;

b) o número de moléculas;

c) o número de átomos de oxigênio.

3. Uma colher de chá contém cerca de 5,0 g de açúcar (sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, M = 342 g/mol). Quantas moléculas de sacarose há na colher? E quantos átomos de carbono?

4. Qual é a massa, em gramas, de uma única molécula de glicose ($C_6H_{12}O_6$, M = 180 g/mol)? Por que os químicos preferem trabalhar com mols?

5. Um anel de ouro puro tem 3,94 g. Quantos átomos de ouro ele contém? (Au = 197)

6. Coloque em ordem crescente de número de moléculas: 1,0 g de H_2; 16 g de O_2; 22 g de CO_2; 18 g de H_2O. Justifique com cálculos.

7. Um comprimido efervescente contém 500 mg de vitamina C ($C_6H_8O_6$, M = 176 g/mol). Quantas moléculas de vitamina C há no comprimido?

PARTE 2 · FÓRMULAS, COMPOSIÇÃO E BALANCEAMENTO

Índices pertencem à substância; coeficientes, à equação. Só os coeficientes mudam.

8. O nitrato de amônio, NH_4NO_3 (M = 80 g/mol), é usado como fertilizante. Determine sua composição centesimal em massa.

9. Um líquido usado como combustível e antisséptico tem 52,2% de C, 13,0% de H e 34,8% de O, em massa, e massa molar 46 g/mol. Determine a fórmula mínima e a molecular.

10. Um hidrocarboneto tem 92,3% de carbono e 7,7% de hidrogênio, e massa molar 78 g/mol. Qual é sua fórmula molecular?

11. Balanceie as equações com os menores coeficientes inteiros.

a) $Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$ (ferrugem)

b) $C_3H_8 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ (gás de cozinha)

c) $Al(OH)_3 + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2O$

d) $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$ (produção de ácido nítrico)

e) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_2H_5OH + CO_2$ (fermentação)

12. Um estudante queimou papel num prato aberto sobre uma balança e viu a massa diminuir. Concluiu que a lei de Lavoisier "não vale para combustões". Explique o erro dele e proponha um experimento que confirme a lei.

13. Na formação da água, 2 g de hidrogênio reagem exatamente com 16 g de oxigênio.

a) Que massa de oxigênio reage com 10 g de hidrogênio? Que massa de água se forma?

b) Se misturarmos 10 g de hidrogênio com 100 g de oxigênio, o que sobra?

PARTE 3 · RELAÇÕES ESTEQUIOMÉTRICAS

Equação balanceada → proporção em mol → unidades do problema → regra de três.

14. Na síntese da amônia, $N_2 + 3\ H_2 \rightarrow 2\ NH_3$:

a) quantos mols de NH_3 se formam a partir de 6,0 mol de H_2?

b) quantos mols de N_2 são consumidos nesse caso?

15. Na queima do gás natural, $CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$, queimam-se 32 g de metano.

a) Que massa de CO_2 é formada?

b) Que massa de O_2 é consumida?

16. Pela fotossíntese, $6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$. Que massa de glicose uma planta produz ao absorver 132 g de CO_2? Que massa de O_2 ela libera?

17. No alto-forno, $Fe_2O_3 + 3\ CO \rightarrow 2\ Fe + 3\ CO_2$. Que massa de Fe_2O_3 puro é necessária para produzir 1,0 t de ferro?

18. A água oxigenada se decompõe na pele: $2\ H_2O_2 \rightarrow 2\ H_2O + O_2$. Quantas moléculas de O_2 se formam na decomposição de 68 g de H_2O_2?

19. Um antiácido tem 1,56 g de hidróxido de alumínio por comprimido: $Al(OH)_3 + 3\ HCl \rightarrow AlCl_3 + 3\ H_2O$. Quantos mols de HCl um comprimido neutraliza?

20. Na queima do etanol, $C_2H_5OH + 3\ O_2 \rightarrow 2\ CO_2 + 3\ H_2O$. Que massa de água se forma na queima de 92 g de etanol?

PARTE 4 · VOLUME DE GASES

Use 22,4 ou 24,5 L/mol conforme a condição; fora delas, P·V = n·R·T.

21. O carbonato de cálcio se decompõe no forno: $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$. Que volume de CO_2, nas CNTP, se forma a partir de 50 g de $CaCO_3$?

22. Zinco reage com ácido clorídrico: $Zn + 2\ HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$. Partindo de 13 g de zinco, que volume de H_2 se obtém nas CNTP? E a 25 °C e 1 atm?

23. Que volume de ar (20% de O_2 em volume) é necessário para queimar completamente 20 L de metano, $CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$, com todos os gases nas mesmas condições?

24. No airbag, $2\ NaN_3 \rightarrow 2\ Na + 3\ N_2$. Que volume de N_2, a 25 °C e 1 atm, é produzido pela decomposição de 130 g de azida de sódio?

25. Um cilindro de 8,2 L contém CO_2 a 27 °C e 3,0 atm. Qual é a massa de CO_2 no cilindro?

PARTE 5 · REAGENTE LIMITANTE, PUREZA E RENDIMENTO

Pureza no começo (reagente), rendimento no fim (produto). Limitante: menor n ÷ coeficiente.

26. Misturam-se 6,0 g de H_2 e 32 g de O_2, que reagem: $2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$.

a) Qual é o reagente limitante?

b) Que massa de água se forma e quanto sobra do reagente em excesso?

27. Num reator, 28 g de N_2 e 12 g de H_2 reagem: $N_2 + 3\ H_2 \rightarrow 2\ NH_3$. Que massa de amônia se forma? Quanto sobra do reagente em excesso?

28. Calcinaram-se 200 g de calcário com 75% de $CaCO_3$: $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$. Que volume de CO_2, nas CNTP, foi liberado?

29. Uma amostra de 5,0 g de magnésio impuro reagiu com excesso de ácido, $Mg + 2\ HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$, e liberou 0,40 g de H_2. Qual é a pureza do magnésio?

30. Na fermentação, $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$, obtiveram-se 46 g de etanol a partir de 180 g de glicose. Qual foi o rendimento?

31. Na síntese da aspirina, $C_7H_6O_3 + C_4H_6O_3 \rightarrow C_9H_8O_4 + C_2H_4O_2$, usaram-se 27,6 g de ácido salicílico (138 g/mol) e excesso de anidrido acético. Com rendimento de 75%, que massa de AAS (180 g/mol) se obtém?

32. Uma siderúrgica usa 1,0 t de minério com 80% de Fe_2O_3. Na redução, $Fe_2O_3 + 3\ CO \rightarrow 2\ Fe + 3\ CO_2$, o rendimento é de 90%. Que massa de ferro se obtém?

PARTE 6 · ESTUDOS DE CASO: SAÚDE, INDÚSTRIA E AMBIENTE

Problemas completos, com contexto real. Organize: dados, fórmula, substituição, resultado.

33. (Saúde) O bicarbonato de sódio é usado como antiácido: $NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2$.

a) Que massa de $NaHCO_3$ neutraliza 0,030 mol de HCl?

b) Que volume de CO_2, a 25 °C e 1 atm, se forma no estômago?

c) Por que esse gás pode causar desconforto?

34. (Saúde) O paracetamol é obtido de p-aminofenol (109 g/mol): $C_6H_7NO + C_4H_6O_3 \rightarrow C_8H_9NO_2 + C_2H_4O_2$ (paracetamol: 151 g/mol). Partiu-se de 21,8 g de p-aminofenol.

a) Que massa de paracetamol se obteria com rendimento de 100%?

b) Com rendimento de 80%, quantos comprimidos de 500 mg podem ser feitos?

35. (Indústria) Uma fábrica de cal calcina 10 t de calcário com 90% de $CaCO_3$: $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$. O rendimento é de 95%.

a) Que massa de cal virgem (CaO) é produzida?

b) Que massa de CO_2 é emitida (com o mesmo rendimento)?

36. (Indústria) O alumínio é produzido por eletrólise: $2\ Al_2O_3 \rightarrow 4\ Al + 3\ O_2$.

a) Que massa de alumina (Al_2O_3) é necessária para produzir 54 t de alumínio?

b) Se a bauxita tem 50% de Al_2O_3, quanta bauxita é preciso extrair? Que vantagem a reciclagem traz?

37. (Ambiente) Um carro consome 40 L de gasolina num mês. Considere a gasolina como octano (C_8H_{18}, 114 g/mol, densidade 0,70 kg/L): $2\ C_8H_{18} + 25\ O_2 \rightarrow 16\ CO_2 + 18\ H_2O$. Que massa de CO_2 o carro emite no mês?

38. (Ambiente) Uma termelétrica queima 100 t de carvão com 1,5% de enxofre ($S + O_2 \rightarrow SO_2$). Para reter o SO_2, usa-se calcário: $2\ CaCO_3 + 2\ SO_2 + O_2 \rightarrow 2\ CaSO_4 + 2\ CO_2$.

a) Que massa de SO_2 se forma?

b) Que massa de $CaCO_3$ retém todo esse SO_2? Por que essa retenção é importante?

PARTE 7 · QUESTÕES NO ESTILO VESTIBULAR

Questões de múltipla escolha com contexto, como no ENEM, na FUVEST e na Unicamp.

39. (estilo ENEM) Num acidente, um caminhão-tanque derramou 30 t de ácido sulfúrico. Para neutralizá-lo, os bombeiros usam cal virgem: $H_2SO_4 + CaO \rightarrow CaSO_4 + H_2O$. Massas molares (g/mol): $H_2SO_4 = 98$; $CaO = 56$.

A massa mínima de cal virgem necessária é mais próxima de

(A) 5,6 t.
(B) 9,8 t.
(C) 15 t.
(D) 17 t.
(E) 30 t.

40. (estilo FUVEST) Num recipiente, misturam-se 10 L de CO e 10 L de O_2, que reagem: $2\ CO + O_2 \rightarrow 2\ CO_2$. Todos os volumes são medidos nas mesmas condições de temperatura e pressão.

Ao final, o volume total de gases é

(A) 5 L.
(B) 10 L.
(C) 15 L.
(D) 20 L.
(E) 25 L.

41. (estilo Unicamp) Para testar um fermento, 2,0 g de amostra com bicarbonato de sódio reagiram com excesso de ácido ($NaHCO_3 + H^+ \rightarrow Na^+ + H_2O + CO_2$) e liberaram 0,49 L de CO_2 a 25 °C e 1 atm (24,5 L/mol). M($NaHCO_3$) = 84 g/mol.

O teor de bicarbonato de sódio na amostra é de

(A) 42%.
(B) 59%.
(C) 84%.
(D) 92%.
(E) 100%.

42. (estilo ENEM) Uma tonelada de cana contém cerca de 140 kg de sacarose. Na usina, $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4\ C_2H_5OH + 4\ CO_2$, com rendimento de 90%. Massas molares (g/mol): sacarose = 342; etanol = 46. Densidade do etanol: 0,79 kg/L.

O volume de etanol obtido por tonelada de cana é mais próximo de

(A) 59 L.
(B) 68 L.
(C) 75 L.
(D) 86 L.
(E) 95 L.

43. (estilo FUVEST) Na solda de trilhos, misturam-se 80 g de Fe_2O_3 e 54 g de alumínio: $Fe_2O_3 + 2\ Al \rightarrow Al_2O_3 + 2\ Fe$. Massas molares (g/mol): Fe_2O_3 = 160; Al = 27; Fe = 56.

A massa de ferro formada é

(A) 56 g.
(B) 84 g.
(C) 112 g.
(D) 134 g.
(E) 168 g.

44. (estilo Unicamp) Quase todo o hidrogênio industrial vem da reforma do metano, que, somadas as etapas, equivale a $CH_4 + 2\ H_2O \rightarrow CO_2 + 4\ H_2$. Massas molares (g/mol): CH_4 = 16; H_2O = 18; H_2 = 2.

A economia atômica desse processo, considerando o H_2 como produto desejado, é de aproximadamente

(A) 8%.
(B) 15%.
(C) 25%.
(D) 50%.
(E) 85%.