Química no estilo Unicamp

Questões de treino · Vestibular Unicamp 2027
14 objetivas (2 simulados de 7) e 6 discursivas

Nome: _____
Turma: _____ Data: ___/___/_____

Como usar. Cada questão foi construída a partir de uma questão real da Comvest (indicada ao lado do número). Na 1ª fase há 7 questões de Química entre 72, com cerca de 4 minutos por questão: reserve 28 minutos para cada simulado.

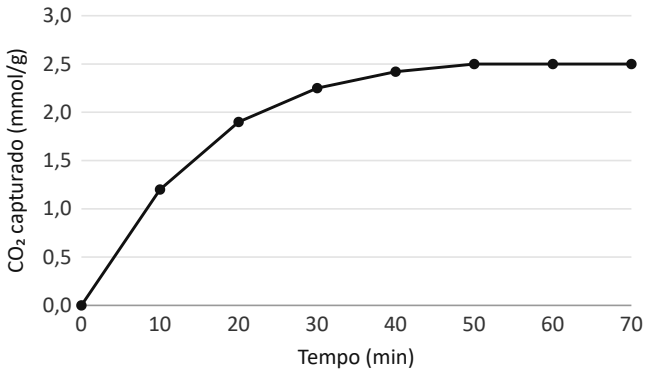
Nas discursivas, cada item vale 2 pontos, como na 2ª fase. O gabarito comentado está no final do caderno.

Simulado A · estilo 1ª fase

Questão 1 · análoga a 2026 · Q69 e 2024 · Q24

Materiais que capturam CO_2 diretamente do ar são uma das apostas para conter o aquecimento global. Em um teste, uma amostra de um sólido adsorvente (massa molar 200 g·mol^{-1}) foi exposta a um fluxo de ar enriquecido em CO_2, e a quantidade de gás retida por grama de sólido foi acompanhada ao longo do tempo.

Captura acumulada de CO_2



Dado: massa molar do CO_2 = 44 g·mol^{-1}.

Considerando que a captura se estabiliza e que o sólido não se decompõe, ao final do experimento (i) a razão entre a quantidade de CO_2 retida e a de sólido, em mol/mol, e (ii) o aumento percentual da massa do sólido são, aproximadamente,

a) (i) 2 e (ii) 22%.

b) (i) 0,5 e (ii) 11%.

c) (i) 2 e (ii) 11%.

d) (i) 0,5 e (ii) 2,5%.

Questão 2 · análoga a 2026 · Q67

Os oceanos absorvem cerca de um quarto do CO_2 emitido pelas atividades humanas. Parte desse gás participa dos equilíbrios abaixo, que afetam organismos com esqueleto ou concha de carbonato de cálcio, como corais e ostras.

(1) $CO_2(g) \rightleftharpoons CO_2(aq)$
(2) $CO_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$
(3) $H^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq)$
(4) $Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons CaCO_3(s)$

Com o aumento contínuo da concentração de CO_2 na atmosfera, espera-se que, na água do mar,

a) o pH aumente e a concentração de CO_3^{2-} diminua, favorecendo a formação de $CaCO_3$.

b) o pH diminua e a concentração de CO_3^{2-} aumente, favorecendo a formação de $CaCO_3$.

c) o pH diminua e a concentração de CO_3^{2-} diminua, desfavorecendo a formação de $CaCO_3$.

d) o pH aumente e a concentração de CO_3^{2-} aumente, desfavorecendo a formação de $CaCO_3$.

Questão 3 · análoga a 2026 · Q68

Na escolha de um combustível para veículos, importam tanto a energia por massa (o peso que o veículo carrega) quanto a energia por volume (o tamanho do tanque). A tabela traz dados aproximados de dois combustíveis líquidos.

Combustível	Massa molar ($g \cdot mol^{-1}$)	Energia de combustão ($kJ \cdot mol^{-1}$)	Densidade ($g \cdot cm^{-3}$)
Octano (gasolina)	114	5 470	0,70
Etanol	46	1 370	0,79

Para que um carro tenha a mesma autonomia usando etanol em vez de octano (mesma energia liberada e mesmo rendimento do motor), o tanque deve conter um volume de etanol

a) cerca de 60% maior, porque o etanol libera menos energia por volume e é mais denso.

b) igual ao de octano, porque a maior densidade do etanol compensa sua menor energia por massa.

c) cerca de 40% maior, porque o etanol libera menos energia por volume, embora libere mais energia por massa.

d) cerca de 40% maior, porque o etanol libera menos energia tanto por massa quanto por volume.

Questão 4 · análoga a 2024 · Q22

Bebidas industrializadas recebem acidulantes para realçar o sabor e ajudar na conservação. Um fabricante quer levar o pH de uma bebida a cerca de 3,0 usando a menor massa possível de acidulante. A tabela traz quatro opções (para ácidos com mais de um hidrogênio ionizável, vale o pKa da primeira ionização).

Acidulante	Massa molar ($g \cdot mol^{-1}$)	pKa
Ácido acético	60	4,8
Ácido cítrico	192	3,1
Ácido fosfórico	98	2,1
Ácido tartárico	150	3,0

A escolha mais adequada é o ácido

a) fosfórico, pois combina massa molar pequena com pKa abaixo do pH desejado, ficando mais ionizado nessa faixa.

b) tartárico, pois seu pKa é igual ao pH desejado, o que garante a ionização completa.

c) acético, pois tem a menor massa molar, e o pKa não interfere na quantidade necessária.

d) cítrico, pois seu pKa é próximo do pH desejado e ele tem a maior massa molar.

Questão 5 · análoga a 2025 · Q62 e 2ª fase 2025 · Q16

Telhas e calhas de aço costumam ser galvanizadas, isto é, revestidas por uma fina camada de zinco. Já as latas de alimentos antigas eram feitas de folha de flandres: aço revestido de estanho. Nos dois casos, o revestimento pode ser riscado, expondo o ferro ao ar úmido.

Semirreação de redução	E° (V)
$Zn^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Zn$	−0,76
$Fe^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Fe$	−0,44
$Sn^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Sn$	−0,14
$O_2 + 2\ H_2O + 4\ e^- \rightarrow 4\ OH^-$	+0,40

Depois do risco, espera-se que

a) no aço galvanizado o ferro se oxide no lugar do zinco, pois o ferro tem potencial de redução maior.

b) na folha de flandres o estanho funcione como ânodo de sacrifício, pois tem o maior potencial de redução.

c) no aço galvanizado o zinco se oxide no lugar do ferro, enquanto, na folha de flandres, o ferro exposto se oxide mais rápido do que se não houvesse estanho.

d) nos dois casos o revestimento continue protegendo o ferro, pois os dois metais se oxidam mais facilmente que o ferro.

Questão 6 · análoga a 2025 · Q64 e 2023 · Q17

Após uma dose intravenosa, a concentração de certo antibiótico no sangue cai pela metade a cada 3 horas (cinética de primeira ordem). Logo após a aplicação, a concentração é 64 mg/L, e o fármaco só é eficaz acima de 8 mg/L.

Com base nessas informações, é correto afirmar que o fármaco permanece eficaz por cerca de

a) 12 horas, e a velocidade de eliminação aumenta à medida que o fármaco é consumido.

b) 9 horas, e a velocidade de eliminação (em mg/L por hora) é maior no início do que no fim desse período.

c) 9 horas, e a velocidade de eliminação é a mesma ao longo de todo o período.

d) 21 horas, pois a concentração cai 8 mg/L a cada 3 horas, com velocidade constante.

Questão 7 · análoga a 2026 · Q71 e 2021 · Q34

Para desinfetar superfícies recomenda-se o álcool 70 INPM, isto é, com 70% de etanol em massa. Um laboratório dispõe de 700 g de álcool 96 INPM (96% de etanol em massa) e de água destilada. Densidades a 20 °C: etanol puro, 0,79 g/cm³; água, 1,00 g/cm³.

Para preparar álcool 70 INPM com todo o álcool disponível, deve-se adicionar uma massa de água de aproximadamente _____, e a densidade da mistura final será _____ que a do álcool 96 INPM. As lacunas são preenchidas por

a) 260 g; menor

b) 180 g; maior

c) 300 g; menor

d) 260 g; maior

Simulado B · estilo 1ª fase

Questão 8 · análoga a 2026 · Q66

Para explicar um fenômeno químico, transitamos entre três níveis de representação: o macroscópico (o que se observa), o submicroscópico (partículas: átomos, íons e moléculas) e o simbólico (fórmulas e equações). Considere três registros feitos sobre um comprimido efervescente colocado em água:

I. "Formam-se bolhas, o comprimido se desfaz e o copo fica levemente mais frio."
II. $H_3C_6H_5O_7(aq) + 3\ HCO_3^-(aq) \rightarrow C_6H_5O_7^{3-}(aq) + 3\ H_2O(l) + 3\ CO_2(g)$
III. Desenho em que esferas que representam moléculas de CO_2 se afastam da superfície de uma bolha.

Os registros I, II e III correspondem, respectivamente, aos níveis

a) macroscópico, submicroscópico e simbólico.

b) simbólico, macroscópico e submicroscópico.

c) submicroscópico, simbólico e macroscópico.

d) macroscópico, simbólico e submicroscópico.

Questão 9 · análoga a 2023 · Q18 (a mais errada de 2023: 24% de acerto)

A cal virgem (CaO) é obtida aquecendo calcário em fornos a cerca de 900 °C. Misturada à água, forma a cal hidratada, usada em argamassas e na caiação, que endurece ao reagir com o CO_2 do ar, regenerando o carbonato:

(i) $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)\ \Delta H = +178\ kJ/mol$
(ii) $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(s)\ \Delta H = -65\ kJ/mol$
(iii) $Ca(OH)_2(s) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)\ \Delta H = ?$

Considerando apenas as equações (i) a (iii), é correto afirmar que a reação (iii)

a) absorve 243 kJ por mol de $CaCO_3$ formado, e o ciclo das três reações não altera a quantidade de CO_2 do ar.

b) libera 113 kJ por mol de $CaCO_3$ formado, e o ciclo das três reações não altera a quantidade de CO_2 do ar; já a queima de combustível no forno emite CO_2 extra.

c) absorve 113 kJ por mol de $CaCO_3$ formado, e o ciclo das três reações retira CO_2 do ar.

d) libera 243 kJ por mol de $CaCO_3$ formado, e o ciclo das três reações emite CO_2 para o ar.

Questão 10 · análoga a 2025 · Q63

Muitos fármacos com grupo amina são vendidos como cloridratos (associados a HCl), o que aumenta a solubilidade em água. A bula de um antidepressivo informa que cada comprimido contém 56 mg de cloridrato de sertralina, o equivalente a 50 mg de sertralina na forma neutra (base livre). Sabe-se que a massa molar da sertralina neutra está entre 250 e 350 g/mol.

Dado: massa molar do HCl = 36,5 g/mol.

É correto afirmar que cada molécula de sertralina está associada a

a) uma molécula de HCl, e a massa molar da sertralina é cerca de 341 g/mol.

b) duas moléculas de HCl, e a massa molar da sertralina é cerca de 608 g/mol.

c) uma molécula de HCl, e a massa molar da sertralina é cerca de 304 g/mol.

d) duas moléculas de HCl, e a massa molar da sertralina é cerca de 304 g/mol.

Questão 11 · análoga a 2025 · Q61

Granjas de suínos geram grandes volumes de dejetos ricos em matéria orgânica. Lançados em rios, eles elevam a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), isto é, a quantidade de O_2 consumida por microrganismos para decompor essa matéria orgânica. Uma alternativa é tratá-los em biodigestores, onde bactérias, sem O_2, produzem biogás, queimado para gerar eletricidade na própria granja. O resíduo líquido (digestato) é aplicado no solo como fertilizante.

Sobre essa alternativa, é correto afirmar que

a) o principal componente combustível do biogás é o metano, e o digestato tem DBO menor que a dos dejetos, pois parte da matéria orgânica virou gás.

b) o principal componente combustível do biogás é o gás carbônico, e o digestato tem DBO maior, pois concentra a matéria orgânica.

c) o principal componente combustível do biogás é o hidrogênio, e a falta de O_2 no biodigestor aumenta a DBO do digestato.

d) o principal componente combustível do biogás é o metano, mas queimá-lo não traz benefício ambiental, pois também libera CO_2.

Questão 12 · análoga a 2021 · Q33

Um motorista calibrou os pneus em 30 psi pela manhã, com o ar dos pneus a 17 °C. Depois de duas horas de estrada, o ar dentro dos pneus chegou a 47 °C. Considere o ar um gás ideal, o volume dos pneus constante e T(K) = t(°C) + 273.

Ao parar no posto, o calibrador indicará cerca de

a) 83 psi; o motorista deve esvaziar os pneus imediatamente, pois a pressão quase triplicou.

b) 27 psi; o motorista deve encher os pneus, pois o aquecimento reduz a pressão.

c) 30 psi; a pressão não muda, pois a quantidade de ar dentro do pneu é a mesma.

d) 33 psi; o motorista não deve esvaziar os pneus, pois a pressão volta a cerca de 30 psi quando o ar esfriar.

Questão 13 · análoga a 2ª fase 2026 · Q15

O cheiro de ranço de óleos e alimentos gordurosos velhos se deve, em parte, a aldeídos como o hexanal, $CH_3(CH_2)_4CHO$, formados na degradação de ácidos graxos. Com o tempo, em contato com o ar, o hexanal se transforma em ácido hexanoico, $CH_3(CH_2)_4COOH$.

A transformação do hexanal em ácido hexanoico é uma

a) oxidação, e o ácido hexanoico tem temperatura de ebulição maior que a do hexanal, por formar ligações de hidrogênio entre suas moléculas.

b) oxidação, e o ácido hexanoico tem temperatura de ebulição menor que a do hexanal, por ser mais polar.

c) hidrogenação, e as duas substâncias têm a mesma temperatura de ebulição, por terem o mesmo número de carbonos.

d) redução, e o ácido hexanoico tem temperatura de ebulição menor que a do hexanal, por ter maior massa molar.

Questão 14 · análoga a 2022 · Q39

A tabela mostra, para um país hipotético, a massa de plásticos descartados por ano e o destino desses resíduos.

Ano	Plástico descartado (milhões de t)	Aterro (%)	Reciclagem (%)	Incineração (%)
2000	20	85	5	10
2010	28	78	8	14
2020	40	70	9	21

Comparando 2000 e 2020, é correto afirmar que

a) a massa incinerada apenas dobrou, acompanhando o aumento do plástico descartado.

b) a porcentagem destinada a aterros caiu, e a massa enviada a aterros também diminuiu.

c) a porcentagem destinada a aterros caiu, mas a massa enviada a aterros aumentou cerca de 65%.

d) a massa reciclada mais que triplicou e passou a superar a massa incinerada.

Discursivas · estilo 2ª fase

Discursiva 1 · Airbag: gás em 30 milissegundos

Análoga a: 2ª fase 2026 · Q14 (explosivo RDX)

Os airbags inflam em cerca de 30 milissegundos graças à decomposição da azida de sódio, disparada por um sinal elétrico do sensor de colisão:

$$2\ NaN_3(s) \rightarrow 2\ Na(s) + 3\ N_2(g)$$
$$10\ Na(s) + 2\ KNO_3(s) \rightarrow K_2O(s) + 5\ Na_2O(s) + N_2(g)$$

Junto da azida há nitrato de potássio, que reage com o sódio metálico formado (segunda equação).

a) Calcule a massa de azida de sódio necessária para encher um airbag de 60 L com N_2 a 100 kPa e 27 °C, considerando apenas a primeira reação. Dados: R = 8,3 Pa·m³·K⁻¹·mol⁻¹; massa molar do NaN_3 = 65 g/mol.

b) O sódio metálico não pode permanecer no airbag depois do acidente. Explique por que, com base em uma reação química, e indique a função do KNO_3.

Discursiva 2 · Cárie, pH e flúor

Análoga a: 2ª fase 2024 · Q19 (oxalato de cálcio)

O esmalte dos dentes é formado principalmente por hidroxiapatita, em equilíbrio com a saliva:

$$Ca_5(PO_4)_3OH(s) \rightleftharpoons 5\ Ca^{2+}(aq) + 3\ PO_4^{3-}(aq) + OH^-(aq)$$

Depois de uma refeição rica em açúcar, bactérias da placa produzem ácidos orgânicos, e o pH na superfície do dente pode cair de 7 para cerca de 5.

a) Escreva a expressão da constante do produto de solubilidade (Kps) da hidroxiapatita e explique, pelo princípio de Le Chatelier, por que a queda do pH favorece a cárie (desmineralização).

b) Cremes dentais com flúor favorecem a troca de OH^- por F^-, formando fluorapatita, $Ca_5(PO_4)_3F$. A 25 °C, o Kps da fluorapatita é cerca de 100 vezes menor que o da hidroxiapatita, e o HF é um ácido fraco (pKa ≈ 3,2). Explique por que o flúor protege o esmalte.

Discursiva 3 · Célula a combustível de metanol

Análoga a: 2ª fase 2025 · Q17 e 2022 · Q22

Células a combustível de metanol direto podem alimentar aparelhos portáteis. O metanol é oxidado no ânodo e o oxigênio do ar é reduzido no cátodo, com transporte de H^+ por uma membrana. Reação global:

$$2\ CH_3OH(l) + 3\ O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g) + 4\ H_2O(l)$$

a) Escreva as semirreações do ânodo e do cátodo (meio ácido) e indique quantos mols de elétrons circulam por mol de metanol consumido.

b) Um aparelho consome corrente constante de 0,50 A. Por quanto tempo 3,2 g de metanol o mantêm funcionando, com aproveitamento total? Dados: CH_3OH = 32 g/mol; constante de Faraday = 96 500 C/mol.

Discursiva 4 · Agrotóxicos: quem vai para a gordura?

Análoga a: 2ª fase 2026 · Q17 e 2023 · Q20

O coeficiente de partição octanol/água, Kow = [substância no octanol] ÷ [substância na água], indica a tendência de um poluente se acumular em gorduras. A tabela traz valores para três agrotóxicos.

Substância	log Kow	Solubilidade em água a 25 °C (mg/L)
Glifosato	−3,2	10 500
Atrazina	2,6	33
DDT	6,9	0,0055

a) Qual das substâncias deve se acumular mais no tecido adiposo de peixes? Justifique com base no log Kow e nas interações intermoleculares predominantes em cada meio.

b) Em estações de tratamento, o carvão ativado (superfície predominantemente apolar) retém compostos orgânicos dissolvidos. Qual dos três agrotóxicos seria o mais difícil de remover dessa forma? Explique.

Discursiva 5 · Catalase × dióxido de manganês

Análoga a: 2ª fase 2025 · Q19

A decomposição da água oxigenada é lenta, mas é acelerada pela enzima catalase (presente na batata) ou por dióxido de manganês (MnO_2):

$$2\,H_2O_2(aq) \rightarrow 2\,H_2O(l) + O_2(g)$$

Num experimento a 25 °C, adicionou-se catalase a 100 mL de solução de H_2O_2 e mediu-se o volume de O_2 produzido:

Tempo (min)	0	1	2	3	4	5
$V(O_2)$ acumulado (mL)	0	48	80	98	108	112

a) Calcule a velocidade média de formação de O_2, em mmol/min, nos dois primeiros minutos, e a velocidade média de consumo de H_2O_2 no mesmo intervalo. Considere o volume molar dos gases igual a 25 L/mol nas condições do experimento.

b) O experimento foi repetido a 70 °C: com MnO_2 a reação ficou mais rápida; com catalase, mais lenta. Explique essa diferença.

Discursiva 6 · Tecnécio-99m no hospital

Análoga a: 2ª fase 2025 · Q15 (^{18}F-FDG)

O tecnécio-99m (Tc-99m), usado em cerca de 80% dos exames de medicina nuclear, emite radiação gama ao passar para o estado fundamental (Tc-99), com meia-vida de 6 horas. Ele é obtido no próprio hospital a partir do molibdênio-99 (Mo-99, número atômico 42, meia-vida de 66 horas), que emite uma partícula beta.

a) Escreva a equação nuclear do decaimento do Mo-99 e calcule a porcentagem de Tc-99m que ainda resta no organismo 24 horas após a aplicação (desconsidere a eliminação pela urina).

b) Explique por que uma meia-vida de algumas horas e a emissão gama tornam o Tc-99m adequado ao diagnóstico, e por que o hospital recebe o Mo-99, e não o próprio Tc-99m, de centros produtores distantes.

Gabarito comentado

Simulado A

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
b	c	d	a	c	b	d

Simulado B

Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14
d	b	c	a	d	a	c

Questão 1 — alternativa b

Dados: Platô do gráfico: 2,5 mmol de CO_2 por grama de sólido · M(sólido) = 200 g/mol · M(CO_2) = 44 g/mol

razão = n(CO_2) ÷ n(sólido) · n = m ÷ M

n(sólido) em 1 g = 1 ÷ 200 = 5,0 mmol → razão = 2,5 ÷ 5,0

massa de CO_2 em 1 g de sólido = $2{,}5 \times 10^{-3}$ mol × 44 g/mol = 0,11 g

→ (i) 0,5 mol de CO_2 por mol de sólido · (ii) a massa cresce 11%

Armadilhas: inverter a razão (2) e ler 2,5 mmol como 2,5% de massa.

Questão 2 — alternativa c

Siga o CO_2 pela cadeia de equilíbrios (princípio de Le Chatelier):

Mais CO_2(g) desloca (1) e (2) para a direita → mais H^+ → o pH cai.

O H^+ extra consome CO_3^{2-} em (3) → [CO_3^{2-}] diminui → (4) se desloca para a esquerda: o $CaCO_3$ tende a se dissolver.

→ pH menor, menos carbonato e esqueletos de $CaCO_3$ mais frágeis.

Questão 3 — alternativa d

Dados: Octano: 5 470 kJ/mol · 114 g/mol · 0,70 g/cm³ · Etanol: 1 370 kJ/mol · 46 g/mol · 0,79 g/cm³

energia por volume = (energia por mol ÷ M) × densidade

octano: (5 470 ÷ 114) × 0,70 = 48,0 kJ/g × 0,70 = 33,6 kJ/cm³

etanol: (1 370 ÷ 46) × 0,79 = 29,8 kJ/g × 0,79 = 23,5 kJ/cm³

volume de etanol ÷ volume de octano = 33,6 ÷ 23,5 = 1,43

→ cerca de 40% a mais de volume (o etanol perde por massa e por volume)

Os “60% maior” saem da razão por massa (48,0 ÷ 29,8 = 1,6): grandeza errada para o tamanho do tanque.

Questão 4 — alternativa a

Quanto menor o pKa em relação ao pH, maior a fração do ácido que está ionizada — e só o ácido ionizado libera H^+.

Quando pH = pKa, apenas metade está ionizada — não há “ionização completa”. Em pH 3, o acético (pKa 4,8) fica menos de 2% ionizado: seria preciso muito ácido, apesar da massa molar pequena.

O fosfórico (pKa 2,1) fica cerca de 90% ionizado em pH 3 e tem massa molar menor que a do cítrico e a do tartárico.

→ Ácido fosfórico: pKa abaixo do pH desejado e massa molar pequena.

Questão 5 — alternativa c

Quem tem o menor potencial de redução se oxida (é o ânodo).

Zn (−0,76 V) < Fe (−0,44 V): no risco, o zinco se oxida e protege o ferro — é o ânodo de sacrifício.

Sn (−0,14 V) > Fe: no risco, o ferro vira o ânodo da pilha Fe/Sn e enferruja mais depressa. O estanho só protege enquanto a camada estiver inteira.

→ Galvanizado: o zinco se sacrifica. Folha de flandres riscada: o ferro corrói mais rápido.

Questão 6 — alternativa b

Dados: C_0 = 64 mg/L · C mínima eficaz = 8 mg/L · t½ = 3 h

$$\mathbf{C = C_0 \times (1/2)^n \cdot t = n \times t½}$$

$8 = 64 \times (1/2)^n \rightarrow (1/2)^n = 1/8 \rightarrow n = 3$ meias-vidas

$t = 3 \times 3$ h

→ t = 9 h

Em 1ª ordem a velocidade cai com a concentração: 32 mg/L nas 3 primeiras horas, só 8 mg/L nas 3 últimas. Decaimento linear daria 21 h.

Questão 7 — alternativa d

Dados: 700 g de álcool com 96% de etanol (m/m) · meta: 70% (m/m)

$$\mathbf{m(etanol) = \% \times m(solução) \cdot m(final) = m(etanol) \div 0{,}70}$$

$m(\text{etanol}) = 0{,}96 \times 700 = 672$ g

$m(\text{final}) = 672 \div 0{,}70 = 960$ g → água a adicionar = $960 - 700$

→ 260 g de água; com mais água (mais densa), a densidade da mistura aumenta

A resposta de 300 g ignora que o álcool de partida já tinha 4% de água.

Questão 8 — alternativa d

I descreve o que os sentidos percebem (bolhas, temperatura): nível macroscópico.

II usa fórmulas e uma equação balanceada: nível simbólico.

III mostra partículas que não se veem: nível submicroscópico.

→ Macroscópico, simbólico e submicroscópico.

Questão 9 — alternativa b

Dados: ΔH(i) = +178 kJ · ΔH(ii) = −65 kJ · (i) + (ii) + (iii) devolvem o $CaCO_3$ inicial

$$\mathbf{Lei\ de\ Hess:\ \Delta H(i) + \Delta H(ii) + \Delta H(iii) = 0\ (ciclo\ fechado)}$$

$178 + (-65) + \Delta H(iii) = 0$

→ ΔH(iii) = −113 kJ/mol: a carbonatação é exotérmica

O CO_2 liberado em (i) é reabsorvido em (iii): as reações, sozinhas, são "carbono neutras". O forno, porém, queima combustível. Os 243 kJ (178 + 65) aparecem quando se esquece de inverter o sinal.

Questão 10 — alternativa c

Dados: 56 mg de sal ↔ 50 mg de base · M(HCl) = 36,5 g/mol · n = nº de HCl por molécula

$$\mathbf{m(sal) \div m(base) = M(sal) \div M(base) = (M + 36{,}5 \cdot n) \div M}$$

$56 \div 50 = 1{,}12 \rightarrow 1 + 36{,}5 \cdot n \div M = 1{,}12 \rightarrow M = 36{,}5 \cdot n \div 0{,}12 = 304 \cdot n$

$n = 1 \rightarrow M \approx 304$ g/mol (dentro da faixa) · $n = 2 \rightarrow M \approx 608$ g/mol (fora da faixa)

→ Um HCl por molécula; M(sertralina) ≈ 304 g/mol

Os 341 g/mol são a massa molar do sal (304 + 36,5), não a da base.

Questão 11 — alternativa a

A digestão anaeróbia converte matéria orgânica em CH_4 (combustível) e CO_2 (não combustível). Menos matéria orgânica no resíduo → menor DBO.

Queimar o metano é vantajoso: o CO_2 formado é de origem biológica (recente) e evita que o CH_4, gás de efeito estufa muito mais potente, escape para a atmosfera. Dizer que não há benefício ambiental está errado.

→ Metano como combustível e digestato com DBO menor.

Questão 12 — alternativa d

Dados: P_1 = 30 psi · T_1 = 17 + 273 = 290 K · T_2 = 47 + 273 = 320 K · V constante

$$\mathbf{P_1 \div T_1 = P_2 \div T_2}$$

$P_2 = 30 \times 320 \div 290$

→ P_2 ≈ 33 psi

Os 83 psi vêm de usar °C em vez de kelvin ($30 \times 47 \div 17$).

Questão 13 — alternativa a

O carbono do grupo –CHO ganha um oxigênio e passa a –COOH (nº de oxidação de +1 para +3): é uma oxidação, feita pelo O_2 do ar.

O ácido tem o grupo O–H, que forma ligações de hidrogênio entre as moléculas (inclusive dímeros). O aldeído só tem interações dipolo-dipolo.

→ Oxidação; ebulição do ácido (≈ 205 °C) bem acima da do aldeído (≈ 131 °C).

Questão 14 — alternativa c

Dados: Aterro: 85% de 20 Mt em 2000 · 70% de 40 Mt em 2020

massa = porcentagem × total

aterro 2000: $0{,}85 \times 20 = 17$ Mt · aterro 2020: $0{,}70 \times 40 = 28$ Mt $\rightarrow 28 \div 17 = 1{,}65$

reciclagem: $1{,}0 \rightarrow 3{,}6$ Mt · incineração: $2{,}0 \rightarrow 8{,}4$ Mt (mais que quadruplicou)

→ A porcentagem caiu, mas a massa no aterro subiu cerca de 65%

Porcentagem e quantidade são grandezas diferentes: quando o total cresce, uma fatia percentual menor pode ser uma massa maior.

Discursivas · respostas esperadas e critérios

Discursiva 1, item a

Dados: V = 60 L = 0,060 m³ · P = 1,0 × 10^5 Pa · T = 27 + 273 = 300 K

$n = PV \div RT$ · 2 NaN_3 : 3 N_2 · $m = n \times M$

$$n(N_2) = (1{,}0 \times 10^5 \times 0{,}060) \div (8{,}3 \times 300) = 6\,000 \div 2\,490 = 2{,}41 \text{ mol}$$

$$n(NaN_3) = 2{,}41 \times 2/3 = 1{,}61 \text{ mol} \rightarrow m = 1{,}61 \times 65$$

→ m ≈ 1,0 × 10^2 g de azida de sódio (cerca de 104 g)

Critérios (1 ponto cada): Converteu as unidades (m³ e K) e chegou a $n(N_2)$ ≈ 2,4 mol · Usou a proporção 2 : 3 e chegou a cerca de 100 g de NaN_3

Discursiva 1, item b

O sódio reage violentamente com a umidade do ar e da pele: 2 Na + 2 H_2O → 2 NaOH + H_2. Forma hidróxido de sódio, corrosivo, e hidrogênio, inflamável, numa reação muito exotérmica.

O KNO_3 é um oxidante: converte o sódio em óxidos (Na_2O e K_2O), bem menos perigosos — que, com sílica, formam um vidro inerte — e ainda produz mais N_2.

Critérios (1 ponto cada): Escreveu a reação do Na com a água e apontou o risco (NaOH corrosivo, H_2 inflamável) · Identificou o KNO_3 como oxidante que consome o Na formando óxidos

Discursiva 2, item a

$Kps = [Ca^{2+}]^5 \cdot [PO_4^{3-}]^3 \cdot [OH^-]$ (o sólido não entra na expressão)

Os ácidos liberam H^+, que consome OH^- ($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$) e também PO_4^{3-} (formando HPO_4^{2-}). Com menos OH^- e PO_4^{3-}, o produto das concentrações fica abaixo do Kps e o equilíbrio se desloca para a direita: a hidroxiapatita se dissolve.

Critérios (1 ponto cada): Expressão do Kps correta, com expoentes 5, 3 e 1 e sem o sólido · Explicou que o H^+ consome OH^-/PO_4^{3-} e desloca o equilíbrio para a dissolução

Discursiva 2, item b

Com Kps cerca de 100 vezes menor, a fluorapatita é menos solúvel: dissolve-se menos para o mesmo ambiente.

Além disso, o F^- é uma base muito mais fraca que o OH^-. Em pH 5 (acima do pKa 3,2 do HF), quase todo o F^- continua livre: o ácido da placa consome pouco F^- e desloca muito menos o equilíbrio da fluorapatita.

Critérios (1 ponto cada): Relacionou o Kps menor à menor solubilidade · Explicou que o F^- (base fraca) é pouco consumido pelo ácido em pH 5

Discursiva 3, item a

Ânodo (oxidação): $CH_3OH + H_2O \rightarrow CO_2 + 6\,H^+ + 6\,e^-$

Cátodo (redução): $3/2\,O_2 + 6\,H^+ + 6\,e^- \rightarrow 3\,H_2O$ (ou $O_2 + 4\,H^+ + 4\,e^- \rightarrow 2\,H_2O$)

→ 6 mol de elétrons por mol de metanol (o carbono passa de −2 para +4)

Critérios (1 ponto cada): Semirreações balanceadas em massa e carga, no eletrodo certo · Concluiu 6 mol de e^- por mol de CH_3OH

Discursiva 3, item b

Dados: m = 3,2 g · M = 32 g/mol · 6 e^- por CH_3OH · i = 0,50 A · F = 96 500 C/mol

$Q = n(e^-) \times F \cdot t = Q \div i$

$$n(CH_3OH) = 3{,}2 \div 32 = 0{,}10 \text{ mol} \rightarrow n(e^-) = 0{,}60 \text{ mol}$$

$$Q = 0{,}60 \times 96\,500 = 57\,900 \text{ C} \rightarrow t = 57\,900 \div 0{,}50$$

→ t ≈ 1,2 × 10^5 s ≈ 32 horas

Critérios (1 ponto cada): Calculou a carga Q ≈ 5,8 × 10^4 C · Chegou a t ≈ 1,2 × 10^5 s (cerca de 32 h)

Discursiva 4, item a

O DDT: log Kow = 6,9 significa concentração no octanol cerca de 10^7 vezes maior que na água.

A molécula é praticamente apolar e interage com a gordura (também apolar) por forças de London (dipolo induzido). Com a água, que se mantém unida por ligações de hidrogênio, essas interações são fracas — daí a solubilidade baixíssima e o acúmulo no tecido adiposo.

Critérios (1 ponto cada): Escolheu o DDT usando o log Kow alto · Explicou pelas interações: apolar/London com a gordura × ligações de hidrogênio da água

Discursiva 4, item b

O glifosato: com log Kow negativo, prefere a água ao octanol.

Ele tem grupos muito polares e ionizáveis (fosfonato, carboxila, amina) que fazem ligações de hidrogênio e interações íon-dipolo com a água. Interage pouco com a superfície apolar do carvão e continua dissolvido.

Critérios (1 ponto cada): Escolheu o glifosato · Justificou pela polaridade/ionização e pelas interações com a água × superfície apolar

Discursiva 5, item a

Dados: $\Delta V(O_2) = 80$ mL em $\Delta t = 2$ min · $V_m = 25$ L/mol = 25 mL/mmol

$$\mathbf{v(O_2) = \Delta n(O_2) \div \Delta t \cdot v(H_2O_2) = 2 \times v(O_2)}$$

$$\Delta n(O_2) = 80 \div 25 = 3{,}2 \text{ mmol} \rightarrow v(O_2) = 3{,}2 \div 2$$

→ $v(O_2) = 1{,}6$ mmol/min · $v(H_2O_2) = 3{,}2$ mmol/min

Critérios (1 ponto cada): Converteu volume em quantidade: 3,2 mmol de O_2 · Usou a proporção 2 : 1 e chegou a 1,6 e 3,2 mmol/min

Discursiva 5, item b

Com MnO_2, o aumento de temperatura eleva a energia cinética das moléculas e a fração de colisões com energia acima da energia de ativação: a velocidade aumenta.

A catalase é uma proteína: a 70 °C ela se desnatura, perde a estrutura tridimensional e o sítio ativo. Sem catalisador ativo, a reação volta a ser lenta.

Critérios (1 ponto cada): Explicou o efeito da temperatura pelas colisões/energia de ativação · Explicou a desnaturação da enzima (perda do sítio ativo)

Discursiva 6, item a

Mo-99 (Z = 42) → Tc-99m (Z = 43) + β^- (elétron, carga −1, massa 0) — o número de massa se mantém e o atômico sobe uma unidade.

$$\mathbf{\text{fração restante} = (1/2)^n \cdot n = t \div t_{1/2}}$$

$$n = 24 \text{ h} \div 6 \text{ h} = 4 \rightarrow (1/2)^4 = 1/16$$

→ restam 6,25% do Tc-99m

Critérios (1 ponto cada): Equação com conservação de massa (99) e carga (42 → 43 + β^-) · Concluiu 4 meias-vidas e 6,25%

Discursiva 6, item b

Meia-vida curta: dura o suficiente para o exame, mas a atividade cai rápido, o que reduz a dose recebida pelo paciente.

Radiação gama: atravessa o corpo e chega à câmara de detecção; por ionizar menos ao longo do caminho que α e β, causa menos dano.

O Mo-99 (66 h) resiste ao transporte; o Tc-99m (6 h) decairia durante a viagem. O gerador de Mo-99 produz Tc-99m continuamente no hospital.

Critérios (1 ponto cada): Justificou meia-vida curta (dose baixa) e gama (penetra e é detectada) · Explicou o transporte do Mo-99 pela meia-vida mais longa