



XXIII Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul - 2024

modalidade

M2



26 de outubro



das 14h às 17h30



3h e 30min de duração



7 questões analítico-expositivas

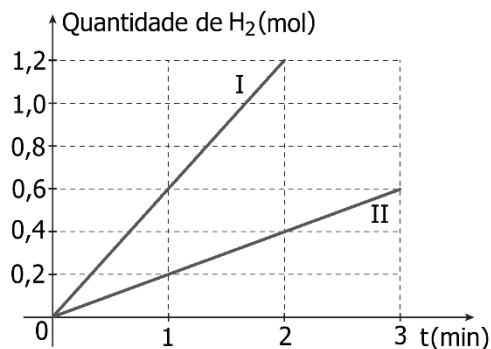
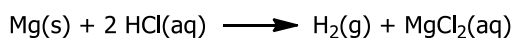
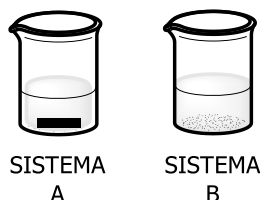
QUESTÕES – TOTAL: 10,0 PONTOS

Consulte a Tabela Periódica no final da prova



Questão 1 _____ (1,5 ponto)

Um experimento foi conduzido em laboratório, conforme a imagem abaixo. Os sistemas A e B continham volumes e concentrações iguais de ácido clorídrico e a cada um deles foram adicionadas massas iguais de magnésio metálico, sendo uma amostra em barra e a outra triturada finamente. As reações evoluíram com produção de gás hidrogênio, de acordo com a equação balanceada fornecida. Parte dos dados do experimento foram registrados no gráfico, que mostra a quantidade produzida de hidrogênio, em mol, em função do tempo.



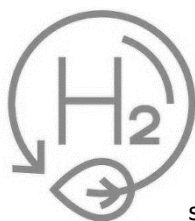
A partir das informações fornecidas, responda às questões:

- Calcule a velocidade média das reações I e II, em mol min^{-1} , no intervalo de 1 a 2 min.
- Com base nos cálculos feitos no item (a), a quais curvas do gráfico (I e II) correspondem os sistemas A e B? Justifique.
- Para o sistema A, no intervalo de 1 a 2 min, qual a velocidade média de consumo de HCl , em mol min^{-1} ?



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 CO_2 , 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 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 CH_4 . 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?

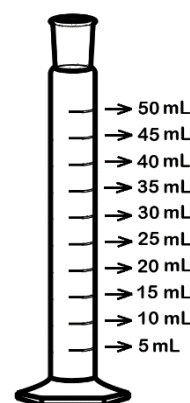

Questão 3 _____ **(1,0 ponto)**

Separar os componentes presentes em misturas é de grande relevância em muitos contextos da Química, desde a purificação de substâncias até a recuperação de materiais e o tratamento de resíduos. Na indústria, na ciência ambiental e no dia a dia, entender os métodos adequados de separação pode fazer toda a diferença.

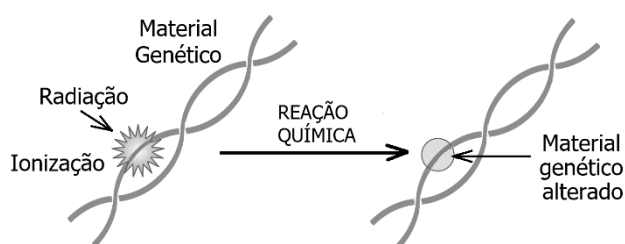
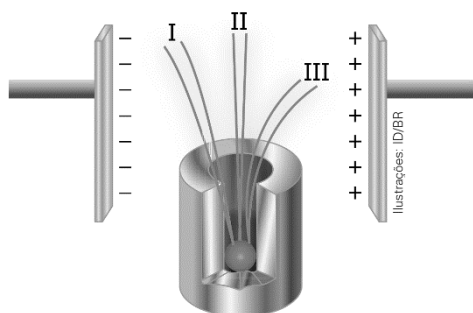
Imagine que, no laboratório da sua escola, você receba um béquer em que há água saturada com NaCl , gasolina e areia.

O sistema descrito contém componentes com diferentes propriedades físicas e químicas, e o desafio para você é separá-los. Nesse sentido, faça o que é solicitado.

- (a) Descreva uma proposta experimental lógica e sequencial para a obtenção de água, sal, gasolina e areia, não necessariamente nessa ordem. Justifique suas escolhas a partir das propriedades das substâncias e/ou fases envolvidas, como densidade e polaridade.
- (b) Imagine que, após o processo de separação, seja proposto a você que adicione à uma proveta vazia, com capacidade de 50 mL, 14,0 g de gasolina e 20,0 g de água. Na sua folha de respostas, reproduza o desenho da imagem (ao lado) e nele represente o comportamento e nível correto dos líquidos (volumes) na mistura de gasolina e água. Identifique qual líquido ocupa cada fase, justificando a sua resposta com cálculo e por escrito. Dados de densidade: gasolina = $0,7 \text{ g mL}^{-1}$; água = $1,0 \text{ g mL}^{-1}$.


Questão 4 _____ **(1,5 pontos)**

As radiações alfa, beta e gama são ditas ionizantes, pois têm a capacidade de arrancar elétrons de átomos e moléculas que encontram em seu caminho. A imagem a seguir mostra o comportamento dessas radiações quando expostas a um campo elétrico uniforme, revelando algumas de suas características. A exposição a radiações ionizantes pode conduzir a reações químicas anormais e à destruição da célula ou alteração das suas funções (imagem).



A partir das informações fornecidas, responda às questões.

- (a) Identifique a que tipo de radiação ionizante correspondem I, II e III, no experimento da imagem. Justifique, com base nas características e constituição das radiações citadas.
- (b) Dentre os três tipos de radiação ionizante abordados, qual tem maior potencial de causar o dano mostrado na imagem, considerando uma exposição externa a essa radiação? Justifique.
- (c) Embora a exposição a esses tipos de radiação seja perigosa, há aplicações médicas importantes, como nos tratamentos por radioterapia com cobalto-60, um emissor beta, e num método de diagnóstico de câncer com o radioisótopo artificial flúor-18, que é um emissor de pósitron. Com base nas informações fornecidas, escreva as equações de decaimento radioativo para (i) o cobalto-60 e (ii) o flúor-18, indicando corretamente os símbolos, números atômico e de massa dos isótopos envolvidos, assim como a representação das radiações emitidas.



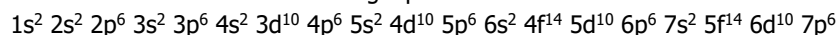
Questão 5 _____ (2,0 pontos)

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de vanádio (V), possuindo reservas significativas de minério desse elemento, na forma do óxido V_2O_5 . A maior parte da produção nacional de vanádio é voltada para exportação, com destaque para o uso do metal em ligas de aço, que, por sua vez, são consumidas globalmente em várias indústrias.

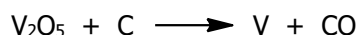
Na sequência, considere o que é solicitado.

- (a) No óxido V_2O_5 o vanádio está na forma iônica. (i) Represente o símbolo desse íon monoatômico, com sua carga correta; (ii) Escreva a distribuição eletrônica, em subníveis, para esse íon, e (iii) escreva o nome do gás nobre que tem a mesma configuração eletrônica que o vanádio no óxido em questão.

DADO – ordem crescente de energia para subníveis:



- (b) A produção de vanádio elementar, em larga escala, se dá pela reação do óxido V_2O_5 com carbono (coque ou carvão), aquecido a altas temperaturas, segundo a equação de reação não-balanceada abaixo. Reescreva a equação da reação balanceada com os menores coeficientes inteiros.



- (c) Para a produção de 2,04 toneladas de vanádio, qual a massa de minério necessária, em toneladas? Para fins de cálculo, considere reagentes com 100% de pureza e reação com 100% de rendimento. Demonstre sua resposta com cálculos.

DADOS de massa molar ($g \ mol^{-1}$): $V_2O_5 = 182,0$; $V = 51,0$.

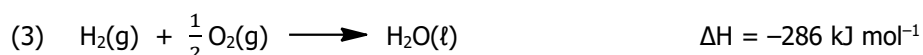
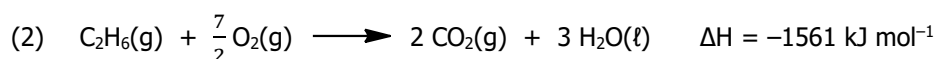
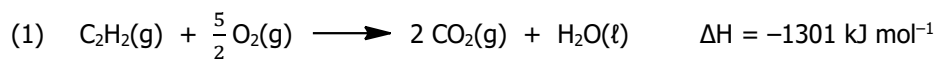
- (d) Ligas de aço com vanádio apresentam maior resistência e durabilidade. As **ligas simples** apresentam percentagem em massa de vanádio que varia entre 0,10% e 0,25%, já nas **superligas**, essa percentagem é maior, ao redor de 0,50%. Uma amostra de 200 g de liga de aço apresenta 0,02 mol de vanádio. Essa liga é uma liga simples ou é uma superliga? Demonstre sua resposta com cálculos.

ESPAÇO PARA RASCUNHOS

**Questão 6** (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:

C_2H_2 (acetileno) = 26,0; C_2H_6 (etano) = 30,0; H_2 (hidrogênio) = 2,0; O_2 (oxigênio) = 32,0.

- (a) Para as reações dadas, considerando rendimento total e reagentes puros, julgue se as afirmações são verdadeiras (V) ou falsas (F).
- i. () As três equações abordadas referem-se à reações de combustão.
 - ii. () Em cada uma das reações dadas, a entalpia dos produtos é maior que a dos reagentes.
 - iii. () Segundo a equação (1), a reação de 260 g de acetileno consome 320 g de O_2 .
 - iv. () Segundo a equação (2), a produção de 3122 kJ exige o consumo de 60 g de etano.
 - v. () 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.



ESPAÇO PARA RASCUNHOS



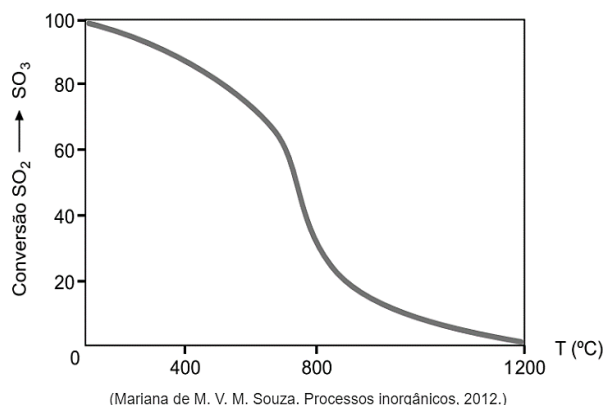
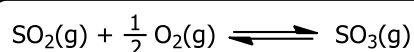
Questão 7 _____ (2,0 pontos)

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).
- () A reação é de oxirredução, tendo o oxigênio O_2 como oxidante.
 - () Em estado de equilíbrio, as velocidades das reações direta e inversa são constantes e iguais.
 - () SO_2 e SO_3 são óxidos ácidos.
 - () O SO_2 apresenta molécula linear e apolar.
 - () 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.

**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 H 1,01	2											Número atômico SÍMBOLO Massa Atômica					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/>