



XXIII Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul - 2024

modalidade

M1

Nº de Inscrição:



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

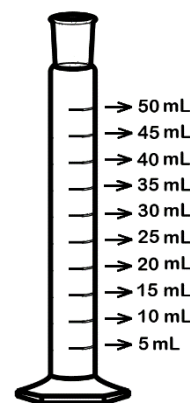
Questão 1 _____ (1,0 ponto)

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.

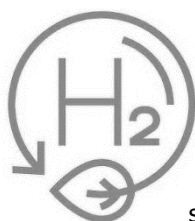
O sistema descrito contém componentes com diferentes propriedades físicas e químicas, e o desafio para você é separá-los. Nesse sentido, faça o que é solicitado.

- (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 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

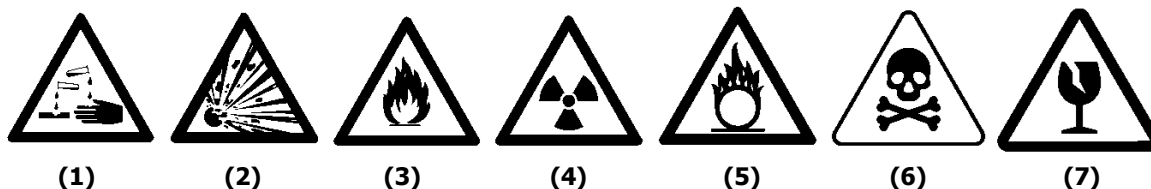


que sua produção é a partir da eletrólise da água, utilizando fontes de energia renovável. Assim, essa produção é considerada uma alternativa ecológica, pois não emite gases de efeito estufa. Em contraste, existem outros tipos de hidrogênio, como o hidrogênio cinza, produzido a partir de fontes fósseis 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) 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 (1,5 ponto)

No ambiente de um laboratório, a manipulação de produtos químicos exige cuidados rigorosos para garantir a segurança dos profissionais. Para isso, o uso correto dos símbolos de segurança e o adequado armazenamento e transporte dos produtos químicos são fundamentais. Os símbolos abaixo, regulamentados por normas internacionais, informam sobre os riscos associados a substâncias como inflamabilidade, toxicidade, corrosividade, entre outros, ajudando na prevenção de acidentes.

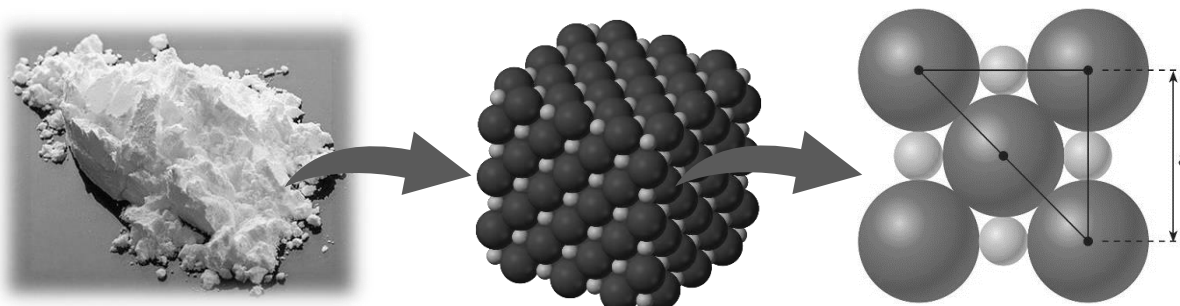


(<https://sciencenotes.org/lab-safety-signs-worksheets/>)

- (a) Abaixo há uma relação de cinco substâncias e algumas características importantes de cada uma, que justificam a necessidade do símbolo de risco. A partir disso, faça a correta associação das substâncias com o símbolo adequado, considerando as questões de segurança, armazenamento e transporte dessas substâncias. Na sua folha de respostas, escreva a sequência dos cinco números que completam corretamente os parênteses, de cima para baixo.
- () NH_3 – **amônia**. Substância tóxica e venenosa. Risco de morte, se inalada.
 - () H_2SO_4 – **ácido sulfúrico**. Líquido corrosivo.
 - () H_2O_2 – **peróxido de hidrogênio**. Substância altamente oxidante.
 - () ^{60}Co – **cobalto-60**. Emissor de raios gama de alta energia.
 - () $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ – **etanol**. Substância inflamável.
- (b) A amônia é um composto nitrogenado fundamental na indústria química, amplamente utilizado na fabricação de fertilizantes, produtos de limpeza e até na síntese de plásticos. (i) Represente a estrutura eletrônica (de Lewis) da molécula de amônia e sua fórmula estrutural. (ii) Qual a geometria dos pares eletrônicos de valência do nitrogênio nessa molécula? (iii) Qual a correspondente geometria molecular?
- (c) O ácido sulfúrico é uma das substâncias mais versáteis e amplamente utilizadas na indústria química. Por ser altamente corrosivo, a diluição a partir do ácido concentrado é um processo que exige cuidados rigorosos. (i) Nesse caso, o procedimento correto e seguro de diluição do ácido sulfúrico é o da adição do ácido à água, e não o contrário. Por quê? (ii) Escreva a equação balanceada da ionização total do ácido sulfúrico, quando adicionado à água.

Questão 4 (1,5 ponto)

O iodeto de lítio é um sal inorgânico sólido com diversas aplicações na indústria química e tecnológica: eletrólito em alguns tipos de bateria, células solares, fotografia, detectores de radiação e síntese orgânica. A imagem abaixo exibe uma amostra do sal, um modelo da estrutura cristalina e o detalhe de uma face da cela cristalina iônica.



- (a) (i) Qual a fórmula do iodeto de lítio? (ii) No modelo fornecido, a esfera maior representa o íon lítio ou o íon iodeto? Por quê?

- (b) Estudos cristalográficos mostraram que a medida "a" vale 0,600 nm (nanômetro). Com base nessa informação, (i) qual o raio iônico do iodeto e (ii) do lítio, em nm? Desenvolva os cálculos que justifiquem a estimativa dos raios iônicos encontrados. DADOS: diagonal de um quadrado = $\ell\sqrt{2}$; $\sqrt{2} = 1,4$.
- (c) Escreva a reação química balanceada de neutralização ácido-base para a obtenção do iodeto de lítio. Na própria equação, escreva o nome do ácido e da base utilizados.

**Questão 5** _____ (1,0 ponto)

Para resolver essa questão, considere a charge e as informações:



Recentemente, os incêndios florestais no Brasil geraram uma grande quantidade de fumaça, que, devido aos ventos, se espalhou por cerca de 80% do território nacional, chegando até o estado do Rio Grande do Sul. Essa extensa cobertura de fumaça não apenas afetou a qualidade do ar, mas também teve impactos significativos na saúde pública e no meio ambiente.

<https://www.tribunaribeirop.com.br/charge-27-08-2024/>

A fumaça desses incêndios é uma mistura tóxica, que inclui material particulado (PM2.5) em suspensão, dióxido de carbono, monóxido de carbono, compostos orgânicos voláteis (COVs, ex.: formaldeído, CH_2O), óxidos de nitrogênio (NO_x) e ozônio, além de metais pesados.

<https://g1.globo.com/saude/noticia/2024/09/05/pm25-co-cov-e-nox-o-que-ha-na-fumaca-toxica-das-queimadas-e-por-que-ela-e-nociva-para-nosso-organismo.ghtml>

- (a) Sobre a química das substâncias citadas, julgue se as afirmações a seguir são verdadeiras (V) ou falsas (F).
- ☐ O ar atmosférico com fumaça dos incêndios constitui um sistema homogêneo.
 - ☐ O monóxido de carbono tem toxicidade muito maior que o dióxido de carbono.
 - ☐ O dióxido de carbono apresenta ligações covalentes polares em uma molécula que é apolar.
 - ☐ O COV formaldeído apresenta átomos combinados por ligação iônica.
 - ☐ O gás tóxico ozônio é alótropo do oxigênio molecular O_2 , sendo ambas substâncias simples que se diferenciam pela atomicidade.

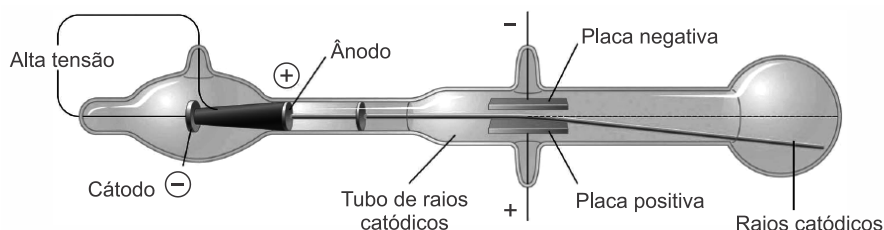
Na folha de respostas, escreva a sequência correta de V ou F, de cima para baixo.

- (b) A fumaça dos incêndios continha traços de metais pesados, que são elementos químicos densos que podem ser prejudiciais quando inalados ou ingeridos, mesmo em pequenas quantidades. São exemplos de metais pesados e elementos potencialmente tóxicos: (i) chumbo, (ii) cádmio, (iii) arsênio, (iv) mercúrio e (v) níquel. Escreva na folha de respostas os símbolos químicos dos elementos citados, respectivamente, de (i) a (v).

**Questão 6** _____ (2,0 pontos)

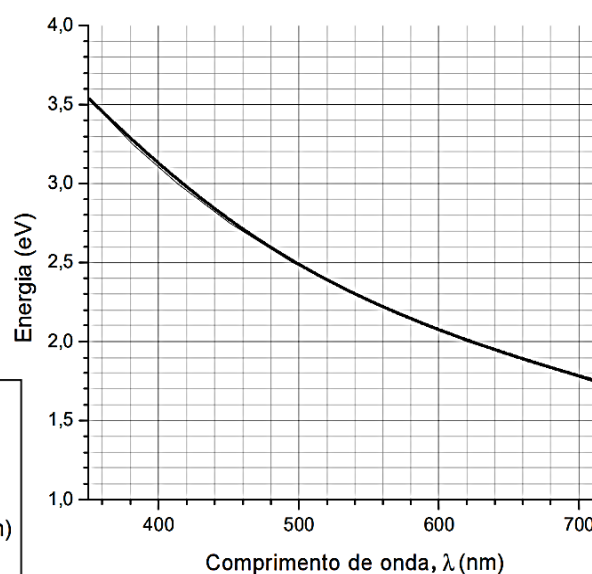
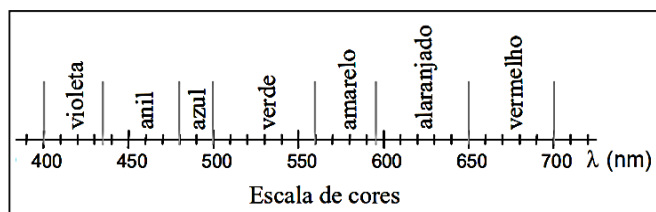
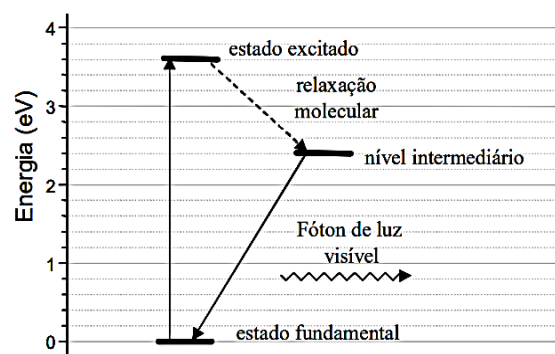
A compreensão da constituição da matéria é um dos maiores feitos da Ciência. Ao longo dos séculos, os modelos atômicos evoluíram significativamente, desde a ideia inicial e filosófica de átomos, proposta por Demócrito e Leucipo, até os modelos modernos da Ciência, baseados em conceitos quânticos. Não há modelo atômico certo ou errado, mas adequado ou inadequado para explicar certos fenômenos e propriedades da matéria. Assim, cada novo modelo surgiu para superar as limitações do anterior, incorporando descobertas que revelaram a constituição do átomo e suas propriedades. Esses avanços foram fundamentais para entender não apenas a matéria, mas também as interações fundamentais que regem o universo.

- (a) Considerando o modelo atômico de Dalton (1808), (i) ele é adequado para explicar, hoje, por exemplo, a diferença entre substâncias simples e compostas? Explique. (ii) Um dos postulados de Dalton afirma que "Diferentes elementos químicos têm diferentes tipos de átomos; em particular, seus átomos têm diferentes massas". Esse postulado é compatível com o que se sabe hoje sobre átomos e elementos químicos? Explique e dê pelo menos um exemplo que suporte a sua resposta.
- (b) Estudos de raios catódicos, realizados em tubos com gases a baixas pressões, foram essenciais para a investigação da estrutura atômica. William Crookes foi o pioneiro na utilização desses tubos, em meados do século XIX. Seus experimentos demonstraram que esses raios eram feixes de partículas carregadas, o que abriu caminho para novas e importantes descobertas (imagem).



CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Química*. Porto Alegre: Bookman, 2013 (adaptado).

- (i) Dê o nome do cientista que investigou e identificou os raios como partículas atômicas presentes em todos os tipos de átomos; (ii) Para esse cientista, as partículas presentes nos raios catódicos são que tipo de partículas, na concepção de átomo atual? Elas têm cargas positivas ou negativas? (iii) O modelo atômico proposto na época, a partir dessas descobertas, era adequado para explicar o que eram íons? Justifique.
- (c) A emissão de luz em dispositivos OLED (diodos orgânicos emissores de luz) de telas de celulares e TVs, pode ser explicada pelo modelo atômico de Bohr, que prevê que elétrons podem transitar entre níveis de energia em um átomo. Abaixo há um diagrama de energia referente ao OLED metalorgânico de $[Al(quinolinato)_3]$. Para consulta, você também tem um gráfico que indica o comprimento de onda de luz visível compatível com diferentes níveis de energia e uma escala de cores com os respectivos comprimentos de onda, λ , em nanômetros (nm).



- (i) A emissão de luz pelo OLED é referente à transição do estado fundamental para o nível intermediário ou o contrário? (ii) Para a transição verificada no diagrama, a emissão de luz pelo OLED refere-se a que cor do espectro visível?



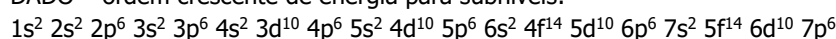
Questão 7 _____ (2,0 pontos)

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.

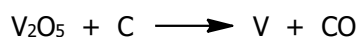
Na sequência, considere o que é solicitado.

- (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.

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																										
1													13	14	15	16	17	18								
1 H 1,01	2	Número atômico SÍMBOLO Massa Atômica																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
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)									

ACTINÍDEOS ➤

A partir do dia **05/11/2024** pelo site da ABQ-RS: **<https://abqrs.com.br/cursos/olimpiadas/>**