

XVIII OQDF

2019

Olímpiada de Química do Distrito Federal e entorno

Leia com atenção as instruções abaixo:

- Ao receber este caderno, confira atentamente se ele se refere à modalidade para a qual se inscreveu.
- Este caderno é constituído de 15 (quinze) questões objetivas e 5 (cinco) discursivas, totalizando 20 (vinte) questões.
- Caso o caderno esteja incompleto ou tenha qualquer defeito, informe ao fiscal de sala mais próximo para que sejam tomadas as providências cabíveis.
- Nas questões objetivas, marque na folha de respostas a alternativa que julgar correta. Recomenda-se não marcar ao acaso, mesmo não havendo penalidade por erros.
- A folha de resposta é o único documento válido para a correção da prova do candidato.
- Todos os cálculos e resposta deverão estar à caneta (azul ou preta), respostas a lápis não serão corrigidas.
- Não se comunique com outros candidatos, nem se levante sem autorização do fiscal da sala.
- Não é permitido o uso de equipamentos eletrônicos de qualquer espécie, salvo calculadora não científica.
- A duração de prova é de 4 (quatro) horas, já incluso o tempo destinado ao preenchimento da folha de respostas.
- O tempo mínimo de permanência em sala após entrega dos cadernos de prova é de 30 (trinta) minutos.
- O tempo mínimo para o candidato sair de sala com o caderno de prova é de 3 (três) horas.
- A desobediência a qualquer uma das instruções presentes poderá implicar na anulação da prova do candidato.

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO



PROGRAMA NACIONAL
OLIMPIADAS DE QUÍMICA

PARTE 1

Questões Objetivas

Questão 1.

Quanto às características dos biocombustíveis, assinale a alternativa **CORRETA**.

- a) Aumentam a dependência energética dos combustíveis fósseis.
- b) Aumentam o aquecimento global.
- c) Reduzem a emissão de CO₂.
- d) Aumentam a biodiversidade.
- e) Diminuem o consumo de água para irrigação.

Questão 2.

As usinas nucleares são instalações industriais construídas para se ter eletricidade a partir da energia nuclear. São caracterizadas pelo uso de materiais radioativos que produzem calor como resultado de uma reação nuclear. Com base no texto, escolha a alternativa **INCORRETA**.

- a) O urânio, elemento mais utilizado na reação nuclear, faz parte dos actinídeos.
- b) As centrais nucleares funcionam a partir de um ou mais reatores.

- c) O processo de geração de energia tem início quando os núcleos dos átomos de urânio são quebrados pelo processo de fusão.
- d) Os problemas de radiação são causados devido à grande quantidade de energia liberada.
- e) Esse tipo de energia não libera gases que influenciam no efeito estufa.

Questão 3.

Considere a sequência de elementos: Cl, O, K, Sr, Rh, Na, S, Rb. Marque a alternativa que apresenta a **CORRETA** correlação das propriedades abaixo.

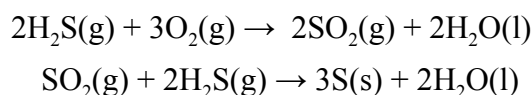
- I) Maior raio atômico
- II) Menor eletropositividade
- III) Menor segunda energia de ionização
- IV) Maior afinidade eletrônica

	I	II	III	IV
Linha 1	Rb	O	Sr	F
Linha 2	Sr	Rb	Na	F
Linha 3	Rb	Cl	Rb	F
Linha 4	Rb	O	Sr	Cl
Linha 5	Rh	Cl	Rb	Cl

- a) Linha 1.
- b) Linha 2.
- c) Linha 3.
- d) Linha 4.
- e) Linha 5.

Questão 4.

O enxofre elementar pode ser obtido em refinarias de petróleo por meio das seguintes reações:



Além disso, o tiocianato de potássio (KSCN) é usado para detecção de íons ferro (III) em solução. Com estas considerações, marque a alternativa **INCORRETA**.

- a) Com as espécies químicas presentes nas reações acima, temos todos os reagentes necessários para produzir ácido sulfúrico.
- b) Todos os compostos apresentados nas reações têm geometria angular.
- c) A estrutura mais provável do íon tiocianato tem apenas um átomo com carga formal não nula.
- d) A geometria molecular do SO_4^{2-} é diferente daquela do ICl_4 .

- e) Dentre as espécies químicas acima, temos um sólido covalente e um iônico.

Questão 5.

Leia as seguintes afirmativas:

I) os elétrons devem ser distribuídos no átomo de acordo com uma expressão matemática em razão da repulsão eletrostática entre eles;

II) as substâncias são constituídas por pequenas partículas indivisíveis chamadas átomos;

III) os elétrons de carga negativa circundam em órbitas ao redor de um núcleo de carga positiva.

De acordo com as afirmações, assinale qual opção as correlaciona de forma mais **CORRETA**, associando o cientista ao modelo atômico:

- a) Dalton, Rutherford, Bohr;
- b) Dalton, Thomson, Rutherford;
- c) Thomson, Bohr, Rutherford;
- d) Rutherford, Bohr, Thomson;
- e) Thomson, Dalton, Rutherford.

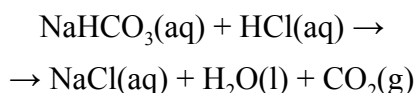
Questão 6.

Com base em seus conhecimentos, marque o item que retrata **CORRETAMENTE** a ordem decrescente de acidez dos compostos considerando a teoria de Lewis:

- a) $\text{CH}_3\text{SnCl} > (\text{CH}_3)_2\text{SnCl}_2 > \text{CH}_3\text{SnCl}_3$
- b) $\text{C}_2\text{H}_2 > \text{C}_2\text{H}_4 > \text{C}_2\text{H}_6$
- c) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3 > \text{CH}_3\text{COCH}_3 > \text{CH}_3\text{CHO}$
- d) $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{OH} > (\text{CF}_3)_2\text{CHOH} > (\text{CF}_3)_3\text{COH}$
- e) $\text{CH}_3\text{COCH}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{CH}_3\text{COOH}$

Questão 7.

O conteúdo estomacal é repleto de ácido clorídrico, responsável por parte da digestão dos alimentos consumidos. Entretanto, caso haja excesso de ácido clorídrico, gera-se um desconforto estomacal, conhecido como azia. Nesse caso é comum o consumo de bicarbonato de sódio para que haja diminuição do incômodo. A reação global que ocorre no estômago e é responsável pela diminuição da acidez estomacal se encontra abaixo:



Em torno do enunciado, avalie os itens a seguir:

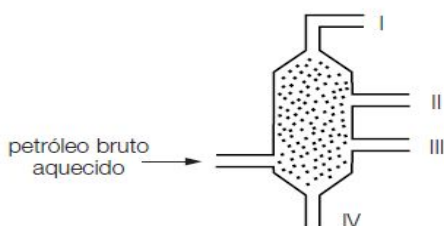
- I) o bicarbonato de sódio é um sal e, portanto, a reação acima não pode ser chamada de reação de neutralização;
- II) devido à sua tendência de doar pares de elétrons, o NaHCO_3 pode ser classificado como base de Arrhenius;
- III) o bicarbonato de sódio é menos ácido que o ácido clorídrico em meio aquoso, agindo como base na reação de neutralização do ácido estomacal;
- IV) o ácido clorídrico pode ser considerado ácido de Lewis devido à facilidade com a qual ele doa prótons em relação ao outro reagente.

A partir deles, marque a opção **CORRETA**:

- a) F, F, V, F;
- b) V, F, V, V;
- c) V, V, V, F;
- d) F, V, F, V;
- e) F, F, F, V.

Questão 8.

O desenho esquemático a seguir representa uma destilação fracionada de petróleo:



Se os compostos I e II correspondem a gás de cozinha e gasolina, respectivamente, os compostos III e IV são:

- a) III) etanol e IV) óleo diesel;
- b) III) acetona e IV) querosene;
- c) III) óleo diesel e IV) asfalto;
- d) III) etanol e IV) asfalto;
- e) III) etanol e IV) querosene.

Questão 9.

Um mol de um gás A está a $T = 152,6\text{ }^{\circ}\text{F}$ e ocupa um volume de $50,0\text{ dm}^3$. Qual a sua pressão? (Admita comportamento ideal).

- a) 0,7 bar;
- b) 503,0 Torr;

- c) $50,66 \times 10^3\text{ kg m}^{-1}\text{ s}^{-2}$;
- d) 15,0 psi;
- e) 0,6 atm.

Questão 10.

Marque a opção que melhor caracteriza o estado padrão de uma substância:

- a) substância pura, 1 atm e 273 K;
- b) substância pura, 1 bar e 298 K;
- c) substância em solução aquosa, 1 bar e 273 K;
- d) substância em solução aquosa, 760 mmHg e 298 K;
- e) substância pura, 760 Torr e $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Questão 11.

Um dos métodos mais antigos de conservação de alimentos é a salinização, principalmente de carnes. A salinização gera a desidratação do alimento, aumentando o período no qual o consumo será seguro. A desidratação pode ser explicada por processo de:

- a) salinização;
- b) osmose;
- c) umidificação;
- d) hidrólise;
- e) neutralização.

Questão 12.

Qual a diferença de temperatura, para o CO_2 , empregando a equação de estado de van der Waals e a de gás ideal?

Dados: $P = 1,5 \text{ atm}$, $n = 1,0 \text{ mol}$, $V = 10,0 \text{ L}$,
 $a = 3,640 \text{ L}^2 \text{ bar mol}^{-2}$, $b = 0,04267 \text{ L mol}^{-1}$.

Equação:
$$P = \frac{nRT}{(V-nb)} - \frac{an^2}{V^2}$$

- a) 90,2 K;
- b) 8,5 °C;
- c) 15,0 °F;
- d) 3,8 °C;
- e) 7,6 K.

Questão 13.

As fórmulas correspondentes ao composto bromato de potássio, ácido pirofosfórico, oxalato de cálcio e dicromato de amônio são, respectivamente:

- a) KBrO_2 ; H_2PO_4 ; $\text{Ca}_2\text{C}_2\text{O}_4$; $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
- b) KBr_2O_3 ; H_3PO_4 ; $\text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$; $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
- c) KBrO_3 ; $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$; $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$; $(\text{NH}_2)_2\text{CrO}_4$;
- d) KBO_3 ; H_3PO_4 ; $\text{Ca}(\text{HCOO})_2$; $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$;
- e) KBrO_3 ; $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$; CaC_2O_4 ; $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Questão 14

O etanol utilizado como combustível é obtido, industrialmente, pela fermentação da sacarose, representada de maneira simplificada pelas seguintes equações:



Partindo de um caldo fermentativo contendo 1000 kg de sacarose e admitindo rendimento de 68 %, a massa de etanol obtida, em kg, será:

Dados: C=12; H=1; O=16

- a) 184;
- b) 92;
- c) 269;
- d) 135;
- e) 180.

Questão 15.

A prática de cromatografia em camada delgada é comum em laboratórios de química orgânica por ser um método de elevada rapidez e praticidade. A partir desse método é possível inferir a similaridade entre dois compostos, determinar um solvente ideal, a ser usado em uma coluna cromatográfica ou, até mesmo, verificar o progresso de uma reação orgânica.

O solvente usado nesse experimento precisa ter um bom desenvolvimento na camada do adsorvente. Sobre as características do solvente usado em cromatografia em camada delgada, assinale a ÚNICA opção **CORRETA**.

- a) Os solventes cromatográficos possuem diferentes polaridades, e quando se trata de cromatografia, coincide com a polaridade medida pela constante dielétrica.
- b) Não se pode usar misturas de dois ou mais solventes como eluente para que se possa alterar a polaridade do solvente final.
- c) Solventes ideais são aqueles que possuem baixa volatilidade, de forma a não “escapar” ao longo da camada delgada, em toxicidade elevada.

d) Um solvente que apresenta um superdesenvolvimento é mais apropriado do que um solvente, no qual sua frente pouco se desenvolveu ao longo da amostra, e do que um solvente que arrastou a amostra por cerca de 40% do seu raio.

e) A fase estacionária é em grande maioria polar, como a sílica gel, logo deve-se utilizar um solvente que apresenta um equilíbrio de polaridade de modo que o arraste da amostra atinja cerca de 50% da camada delgada.

RASCUNHO

PARTE 2

Questões subjetivas

Questão 1.

A forma de datação mais difundida se baseia na análise do decaimento radioativo do carbono-14. Durante a vida, os organismos acumulam carbono-14 e carbono-12 em uma determinada razão. Ao morrer, não há mais acúmulo e o carbono-14, instável, sofre decaimento radioativo.

A luz do enunciado, responda às seguintes questões, de maneira completa e coesa.

- Represente a estrutura de Lewis do Carbono-14 e faça sua distribuição eletrônica em ordem energética.
- A meia-vida do Carbono-14 é 5700 anos. Qual é a idade de um fóssil cuja quantidade de carbono-14 diminuiu de 10% em relação à quantidade de carbono-12? Considere $\ln 2 = 0,693$.
- No processo de decaimento radioativo, partículas ou radiação podem ser emitidas. Descreva as características das três principais emissões.
- Represente o processo de decaimento do carbono-14 para o isótopo mais estável do nitrogênio.

Questão 2.

Nas regiões polares é comum a presença de grandes blocos de gelo (água pura) flutuando no mar, os “*icebergs*”. Se um “*iceberg*” possuir massa de 700 kg e ocupar um volume de 30 m³, responda às questões seguintes de maneira completa e coesa.

- Calcule a densidade do *iceberg*.
- Explique por meio de propriedades físico-químicas por que o *iceberg* flutua.
- Um *iceberg* é constituído por uma substância pura? Explique.
- Esboce o gráfico de mudança de fase (temperatura *versus* tempo) do bloco de gelo, no processo de descongelamento.

Questão 3.

Em relação aos ácidos, responda às questões abaixo enunciadas..

- Considerando um meio aquoso, coloque em ordem decrescente de força os ácidos formados com halogênios.
- Defina ácido poliprótico. O que se poderia dizer sobre suas constantes de dissociação? O ácido sulfúrico é um ácido poliprótico. Escreva suas equações de dissociação e comente sobre o pH de cada etapa.

c) O que é um ácido de Lewis? O que diferencia um ácido de Lewis de um ácido de Arrhenius? Esquematize através de um desenho o conceito de ácido de Lewis e especifique com **DOIS** exemplos.

Questão 4.

Um laboratório recebeu um frasco contendo solução de ácido acético de concentração desconhecida. Para se determinar a concentração da solução foi utilizada a técnica de titulação volumétrica. A titulação de 25,0 mL da solução consumiu 16 mL da solução padrão de hidróxido de sódio 0,5 mol L⁻¹.

- Faça o desenho esquemático de sua montagem, indicando a denominação de todos os aparatos, soluções e quaisquer outros reagentes que possam ser empregados.
- Escreva a equação química balanceada da reação e calcule a concentração em mol L⁻¹ da solução de ácido acético do frasco original.
- Construa um gráfico que mostre a variação de concentração das espécies químicas presentes no sistema. Indique no gráfico quando o equilíbrio químico é atingido e as curvas de concentração dos produtos e reagentes.

Questão 5.

Na prospecção de petróleo, junto com o óleo, vêm à superfície água e gás. Para a eficaz separação das diferentes frações do petróleo, é necessário que este se encontre livre de outros componentes e que a primeira etapa do processamento primário do petróleo, após o tanque de equalização, é a passagem por um separador trifásico. Responda, então, aos itens abaixo.

- Supondo-se que os fluidos contenham certo teor de sólidos em uma mistura heterogênea, quais métodos, pelo menos dois, de separação você poderia usar para removê-los?
- Como o óleo separado ainda contém água, que forma você usaria para quebrar a emulsão e permitir a purificação do óleo? Explique o princípio da técnica escolhida.
- A água obtida contém alto teor de sais, como cloreto de cálcio e magnésio. Com o aquecimento, que problemas podem ser causados por esses sais?
- O gás oriundo do vaso pode conter traços de água. Que nome se dá a esse tipo de mistura? Cite um exemplo usado no cotidiano.

Tabela Periódica dos Elementos

1 1A																	18 O
1 H 1,0	2 2A																2 He 4
3 Li 6,9	4 Be 9											5 B 10,8	6 C 12	7 N 14	8 O 16	9 F 19	10 Ne 20,2
11 Na 23	12 Mg 24,3	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 9B	10 10B	11 11B	12 12B	13 Al 27	14 Si 28,1	15 P 31	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9
19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52	25 Mn 54,9	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79	35 Br 79,9	36 Kr 83,8
37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,9	43 Tc 97	44 Ru 101,1	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 La 138,9	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,1	78 Pt 195,1	79 Au 197	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222
87 Fr 223	88 Ra 226	89 Ac 227															

58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm 145	62 Sm 150,4	63 Eu 152	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	71 Lu 175
90 Th 232	91 Pa 231	92 U 238	93 Np 237	94 Pu 242	95 Am 247	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 260