

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

VESTIBULAR 2018



PROVA DE QUÍMICA

INSTRUÇÕES

1. Esta prova tem duração de **quatro horas**.
2. Não é permitido deixar o local de exame antes de decorridas **duas horas** do início da prova.
3. Você poderá usar **apenas** lápis (ou lapiseira), caneta preta de material transparente, borracha e régua. **É proibido portar qualquer outro material escolar.**
4. Esta prova é composta de **20 questões de múltipla escolha** (numeradas de 01 a 20) e de **10 questões dissertativas** (numeradas de 21 a 30).
5. As 20 questões de múltipla escolha correspondem a 50% do valor da prova e as questões dissertativas, aos 50% restantes.
6. Você recebeu este **caderno de questões e um caderno de soluções com duas folhas de rascunho**. Verifique se o caderno de questões está completo.
7. Numere sequencialmente de 21 a 30, a partir do verso da capa, cada página do caderno de soluções. O número atribuído a cada página corresponde ao da questão a ser resolvida. **Não** escreva no verso da parte superior da capa (região sombreada) do caderno de soluções. As **folhas centrais coloridas** deverão ser utilizadas **apenas como rascunho** e, portanto, **não** devem ser numeradas e **nem** destacadas pelo candidato.
8. Cada questão de múltipla escolha admite **uma única** resposta.
9. As resoluções das questões dissertativas, numeradas de 21 a 30, podem ser feitas a lápis e devem ser apresentadas de forma clara, concisa e completa. Respeite a ordem e o espaço disponível no caderno de soluções. Sempre que possível, use desenhos e gráficos.
10. Antes do final da prova, você receberá uma **folha de leitura óptica, destinada à transcrição das questões numeradas de 1 a 20**. Usando **caneta preta de material transparente**, assinale a opção correspondente à resposta de cada uma das questões de múltipla escolha. Você deve preencher todo o campo disponível para a resposta, sem extrapolar-lhe os limites, conforme instruções na folha de leitura óptica.
11. Cuidado para **NÃO ERRAR** no preenchimento da folha de leitura óptica. Em hipótese alguma haverá substituição da folha óptica por erro ou mau uso pelo candidato.
12. **Não haverá tempo suplementar para o preenchimento da folha de leitura óptica.**
13. Na última página do caderno de soluções, existe uma reprodução da folha de leitura óptica, que deverá ser preenchida com um simples traço a lápis durante a realização da prova.
14. A **não devolução** do caderno de soluções, do caderno de questões e/ou da folha de leitura óptica implicará a **desclassificação do candidato**.
15. No dia 20/12/2017, a partir das 10:00 horas, o gabarito da parte objetiva desta prova estará disponibilizado no *site* do ITA (www.vestibular.ita.br).
16. **Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminá-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar.**

CONSTANTES

Constante de Avogadro (N_A)	=	$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Faraday (F)	=	$9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A s mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J V}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Volume molar de gás ideal	=	$22,4 \text{ L (CNTP)}$
Carga elementar	=	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante dos gases (R)	=	$8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Constante gravitacional (g)	=	$9,81 \text{ m s}^{-2}$
Constante de Planck (h)	=	$6,626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-1}$
Velocidade da luz no vácuo	=	$3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Número de Euler (e)	=	2,72

DEFINIÇÕES

Pressão: $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1,01325 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} = 760 \text{ Torr} = 1,01325 \text{ bar}$

Energia: $1 \text{ J} = 1 \text{ N m} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0° C e 760 mmHg

Condições ambientes: 25° C e 1 atm

Condições padrão: 1 bar ; concentração das soluções = 1 mol L^{-1} (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) = sólido. (l) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso. (CM) = circuito metálico. (conc) = concentrado.

(ua) = unidades arbitrárias. [X] = concentração da espécie química X em mol L^{-1}

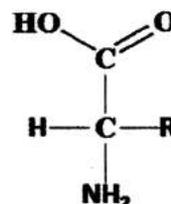
MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})
H	1	1,01	Fe	26	55,85
He	2	4,00	Cu	29	63,55
C	6	12,01	Zn	30	65,38
N	7	14,01	Br	35	79,90
O	8	16,00	Pt	78	195,08
Na	11	22,99	Pb	82	207,2
S	16	32,06	Ra	88	(não possui isótopos estáveis)
Cl	17	35,45	U	92	238,03
Ca	20	40,08			

Questão 1. Aminoácidos são compostos orgânicos que contêm um grupo amina e um grupo carboxílico. Nos α -aminoácidos, os dois grupos encontram-se nas extremidades da molécula e entre eles há um átomo de carbono, denominado carbono- α , que também está ligado a um grupo R, conforme a figura.

Considere os seguintes aminoácidos:

- I. Alanina, em que $R = \text{CH}_3$.
- II. Asparagina, em que $R = \text{CH}_2\text{CONH}_2$.
- III. Fenilalanina, em que $R = \text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$.
- IV. Glicina, em que $R = \text{H}$.
- V. Serina, em que $R = \text{CH}_2\text{OH}$.



Assinale a opção que contém o(s) aminoácido(s) que possui(em) grupo(s) R polar(es).

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| A () Alanina e Fenilalanina | B () Asparagina e Glicina |
| C () Asparagina e Serina | D () Fenilalanina |
| E () Glicina, Fenilalanina e Serina | |

Questão 2. Considere as seguintes proposições a respeito dos valores, em módulo, da energia de orbitais atômicos 2s e 2p:

- I. $|E_{2s}| = |E_{2p}|$ para o átomo de hidrogênio.
- II. $|E_{2s}| = |E_{2p}|$ para o íon de hélio carregado com uma carga positiva.
- III. $|E_{2s}| > |E_{2p}|$ para o átomo de hélio.

Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

- A () apenas I.
- B () apenas II.
- C () apenas III.
- D () apenas I e III.
- E () todas.

Questão 3. Entre as substâncias CH_4 , CH_3Cl , CH_2Br_2 , CH_2Cl_2 , CHBr_3 e CBr_4 ,

- A () CBr_4 é a de maior ponto de ebulição.
- B () CH_2Br_2 é mais volátil que o CH_2Cl_2 .
- C () CHBr_3 tem maior pressão de vapor que o CH_3Cl .
- D () CH_4 é a de maior força de interação intermolecular.
- E () quatro destas moléculas são apolares.

Questão 4. Considere as proposições a seguir:

- I. O alceno C_6H_{12} apresenta cinco isômeros.
- II. Existem três diferentes compostos com a fórmula $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$.
- III. Existem quatro diferentes éteres com a fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.
- IV. O trimetilbenzeno tem três isômeros estruturais.

Das proposições acima estão CORRETAS

- A () apenas I, II e IV.
- B () apenas I e III.
- C () apenas II, III e IV.
- D () apenas II e IV.
- E () todas.

Questão 5. Um recipiente de 240 L de capacidade contém uma mistura dos gases ideais hidrogênio e dióxido de carbono, a 27°C . Sabendo que a pressão parcial do dióxido de carbono é três vezes menor que a pressão parcial do hidrogênio e que a pressão total da mistura gasosa é de 0,82 atm, assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, as massas de hidrogênio e de dióxido de carbono contidas no recipiente.

- A () 2 g e 44 g
- B () 6 g e 44 g
- C () 8 g e 88 g
- D () 12 g e 88 g
- E () 16 g e 44 g

Questão 6. Deseja-se aquecer 586 g de água pura da temperatura ambiente até 91°C , em pressão ambiente. Utilizando um forno de microondas convencional que emite radiação eletromagnética com frequência de 2,45 GHz e considerando a capacidade calorífica da água constante e igual a $4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, assinale a alternativa que apresenta o número aproximado de fótons necessário para realizar este aquecimento.

- A () 3×10^{27}
- B () 4×10^{28}
- C () 1×10^{29}
- D () 5×10^{30}
- E () 2×10^{31}

Questão 7. Considere um recipiente de 320 L, ao qual são adicionados gases ideais nas seguintes condições:

- I. Hélio: 30.000 cm^3 a 760 cmHg e 27°C
- II. Monóxido de carbono: 250 L a 1.140 mmHg e -23°C
- III. Monóxido de nitrogênio: 2 m^3 a 0,273 atm e 0°C

Sabendo que a pressão total da mistura gasosa é de 4,5 atm, assinale a opção que apresenta a pressão parcial do hélio na mistura gasosa.

- A () 0,1 atm
- B () 0,2 atm
- C () 0,5 atm
- D () 1,0 atm
- E () 2,0 atm

Questão 8. Dentre os processos químicos abaixo, assinale aquele que ocorre em uma única etapa elementar.

- A () Eletrólise do metanol
- B () Decomposição do peróxido de hidrogênio
- C () Fotodecomposição do ozônio
- D () Produção de água a partir de $H_2(g)$ e $O_2(g)$
- E () Produção de cloreto de sódio a partir de $Na(s)$ e $Cl_2(g)$

Questão 9. Considere as seguintes proposições:

- I. Massa crítica representa a massa mínima de um nuclídeo físsil em um determinado volume necessária para manter uma reação em cadeia.
- II. Reações nucleares em cadeia referem-se a processos nos quais elétrons liberados na fissão produzem nova fissão em, no mínimo, um outro núcleo.
- III. Os núcleos de ^{226}Ra podem sofrer decaimentos radioativos consecutivos até atingirem a massa de 206 (chumbo), adquirindo estabilidade.

Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

- A () apenas I.
- B () apenas II.
- C () apenas III.
- D () apenas I e II.
- E () apenas I e III.

Questão 10. São feitas as seguintes proposições a respeito da produção de biocombustíveis:

- I. A hidrólise ácida de triacilgliceróis é a etapa final na produção do biodiesel.
- II. Etanol é comumente produzido por processo de fermentação, o qual gera CO_2 como subproduto.
- III. Na síntese do bioquerosene, podem ser utilizados ácidos graxos com cadeias lineares ou cíclicas, saturadas ou insaturadas.

Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

- A () apenas I.
- B () apenas II.
- C () Apenas III.
- D () apenas I e II.
- E () apenas II e III.

Questão 11. Considere as seguintes proposições:

- I. A propriedade básica associada ao fracionamento do petróleo é o ponto de ebulição.
- II. Em geral, no craqueamento térmico do petróleo ocorre formação de radicais livres por meio da quebra de ligação homolítica, enquanto que no craqueamento catalítico ocorre a ruptura heterolítica.
- III. Metano não é produzido na destilação fracionada do petróleo.
- IV. Indústria petroquímica é o termo utilizado para designar o ramo da indústria química que utiliza derivados de petróleo como matéria-prima para a fabricação de novos materiais, como medicamentos, fertilizantes e explosivos.
- V. Os rendimentos de derivados diretos do petróleo no processo de destilação fracionada não dependem do tipo de petróleo utilizado.

Das proposições acima são CORRETAS

- A () apenas I, II e IV.
- B () apenas I, III, IV e V.
- C () apenas I, III e V.
- D () apenas II, IV e V.
- E () todas.

Questão 12. O composto 3,3-dimetil-1-penteno reage com água em meio ácido e na ausência de peróxidos, formando um composto X que, a seguir, é oxidado para formar um composto Y. Os compostos X e Y formados preferencialmente são, respectivamente,

- A () um álcool e um éster.
- B () um álcool e uma cetona.
- C () um aldeído e um ácido carboxílico.
- D () uma cetona e um aldeído.
- E () uma cetona e um éster.

Questão 18. Considere as seguintes semirreações de oxirredução e seus respectivos potenciais padrão na escala do eletrodo padrão de hidrogênio (EPH):



Assinale a opção que apresenta a afirmação ERRADA sobre uma célula eletroquímica em que a semirreação I ocorre no anodo e a semirreação II, no catodo.

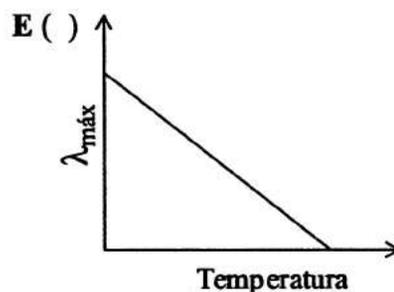
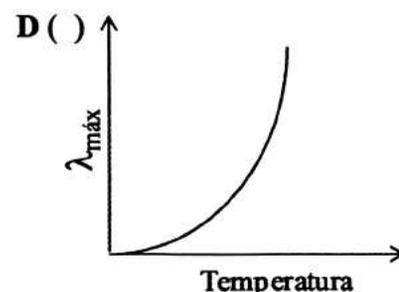
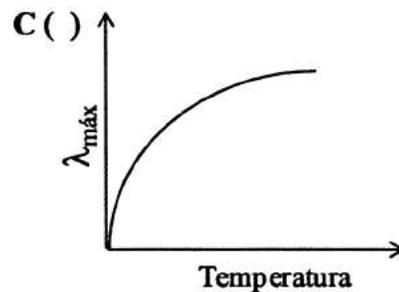
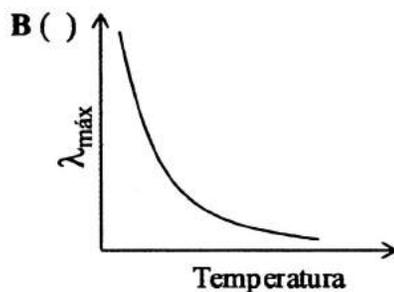
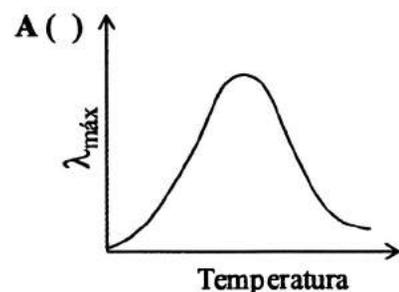
- A () A reação global é exotérmica.
- B () Trata-se de uma célula a combustível.
- C () O potencial padrão da célula é de 1,144 V.
- D () O trabalho máximo que pode ser obtido é, em módulo, de 4.171 kJ por mol de etanol.
- E () A célula converte energia livre da reação de combustão do etanol em trabalho elétrico.

Questão 19. O perclorato de amônio (PA) é um dos componentes mais utilizados em propelentes de foguetes. Para aperfeiçoar seu desempenho, hidrogênio pode ser utilizado como aditivo. Considere dadas as entalpias de combustão destas espécies: $\Delta H_{\text{c,PA}} = -189\text{kJ mol}^{-1}$; $\Delta H_{\text{c,H}_2} = -286\text{kJ mol}^{-1}$.

Com base nessas informações, assinale a opção que apresenta a equação linear da variação da entalpia de combustão da mistura de PA com H_2 em função da quantidade de H_2 .

- A () $y = -0,48x + 189$
- B () $y = -0,48x - 189$
- C () $y = -0,48x + 208$
- D () $y = -0,97x - 189$
- E () $y = -0,97x - 208$

Questão 20. Um dado material sólido em equilíbrio térmico emite radiação semelhante a de um corpo negro. Assinale a opção que apresenta a curva que expressa a relação experimental CORRETA entre o comprimento de onda do máximo de emissão ($\lambda_{\text{máx}}$) e a temperatura desse material.



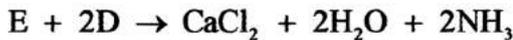
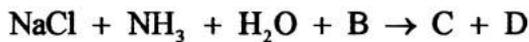
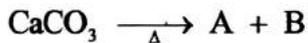
AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.

AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS SEQUENCIALMENTE ATÉ O FINAL.

Questão 21. Uma mistura de CuSO_4 anidro e FeCl_3 com massa de 48,45 g é dissolvida em água e tratada com uma solução de NaOH em excesso. O precipitado formado (considere rendimento de 100%) é separado por filtração e, a seguir, é tratado com ácido nítrico a 126 g L^{-1} . São necessários 400 cm^3 desse ácido para dissolver todo o precipitado.

- Escreva a(s) equação(ões) química(s) balanceada(s) que representa(m) as reações envolvidas no tratamento com NaOH .
- Escreva a(s) equação(ões) química(s) balanceada(s) que representa(m) a dissolução do precipitado com ácido nítrico.
- Determine as massas, em g, de CuSO_4 anidro e de FeCl_3 presentes na mistura.

Questão 22. Considere as seguintes reações químicas:



Escreva as fórmulas químicas das espécies **A**, **B**, **C**, **D** e **E** envolvidas nas reações acima.

Questão 23. Em um experimento, titularam-se 25 mL de uma solução aquosa de carbonato de sódio com ácido clorídrico, ambos com concentração igual a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. Registrou-se a variação do pH da solução até a adição de um volume de 65 mL de ácido.

- Esboce a curva de titulação (pH versus volume).
- Explique o comportamento da curva de titulação usando equações químicas.
- Escreva a equação global balanceada.

Questão 24. O seguinte sistema eletroquímico é construído:

I. Semicélula A constituída de placa de chumbo parcialmente imersa em uma solução aquosa de Pb^{2+} .

II. Semicélula B constituída de placa de platina parcialmente imersa em uma solução aquosa X.

III. As soluções aquosas dasemicélulas A e B são conectadas por meio de uma ponte salina.

IV. As placas metálicas dasemicélulas A e B são conectadas por meio de fios condutores.

Considerando condições padrão e sabendo que o potencial padrão da semicélula A contra o eletrodo padrão de hidrogênio na temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ é $E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^\circ = -0,126 \text{ V}$, pedem-se:

- Desenhe esquematicamente a célula eletroquímica construída.
- Considerando que a solução X é uma solução aquosa de HCl , escreva a semirreação anódica, a semirreação catódica e a reação global que ocorre nessa célula.
- Considerando, agora, que a solução X é uma solução aquosa de Fe^{2+} e Fe^{3+} e que a placa de chumbo é conectada ao terminal negativo de uma bateria e a placa de platina, ao terminal positivo, escreva a semirreação anódica, a semirreação catódica e a reação global que ocorre nessa célula.

Questão 25. Escreva as equações químicas que representam as reações de polimerização ou copolimerização dos monômeros abaixo, apresentando as fórmulas estruturais de reagentes e produtos.

- Eteno
- 2-propeno-nitrila
- 2-metil-propenoato de metila
- Etenil-benzeno (vinil-benzeno)
- 1,3-butadieno com etenil-benzeno (vinil-benzeno)

Questão 26. Uma dada reação (I), cujo calor liberado é desconhecido, é conduzida em um reator que utiliza um gás mantido a volume constante (V) como banho térmico. Outras duas reações (II e III) conduzidas em condições similares apresentam calor liberado a volume constante (Q_V) conforme apresentado na tabela abaixo:

Considere as seguintes informações sobre o gás do banho térmico, que tem comportamento não ideal e obedece à equação:

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT,$$

Reação	Equação	Q_V (kJ mol ⁻¹)
I	$A + \frac{1}{2}B \rightarrow D$?
II	$A + B \rightarrow C$	400
III	$D + \frac{1}{2}B \rightarrow C$	300

em que: $a = 62,5 \text{ L}^2 \text{ atm mol}^{-1}$; $b = 0,4 \text{ L mol}^{-1}$; $n = 0,4 \text{ mol}$; $V = 10 \text{ L}$; capacidade calorífica molar a volume constante ($C_{V,m}$) = $83,33 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; temperatura inicial (T_i) = 300 K .

- Sabendo que 0,1 mol de A são utilizados na reação I, calcule o Q_V liberado nessa reação.
- Determine a temperatura final do banho térmico.
- Determine a pressão inicial e a pressão final do banho térmico.

Questão 27. Para cada uma das dispersões coloidais de natureza definida na tabela abaixo, cite um exemplo prático, explicitando quais são o dispersante e o disperso. Copie e complete a tabela no caderno de respostas.

Dispersão coloidal	Natureza	Exemplo	Dispersante	Disperso
Espuma sólida	Polímero			
Espuma líquida	Produto alimentício			
Aerossol líquido	Fenômeno natural			
Aerossol sólido	Fenômeno artificial			

Questão 28. Considere a reação genérica equimolar: $X + Y \rightleftharpoons Z$, sendo que:

- as concentrações iniciais de X e de Y são iguais.
- a reação direta apresenta lei de velocidade de 2ª ordem.
- a energia de ativação da reação inversa é $2,49 \text{ kJ mol}^{-1}$, a 300 K .

Considere dados o fator pré-exponencial da reação inversa, $A_{-1} = 2,72 \times 10^5 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ e a constante de equilíbrio da reação direta, $K_1 = 4,0$.

Com base nessas informações, determine o valor numérico da velocidade da reação direta, quando a concentração de Z for $0,5 \text{ mol L}^{-1}$, o que corresponde a 25% de rendimento da reação.

Questão 29. Considere os experimentos abaixo, executados consecutivamente:

- Uma peça polida de cobre metálico é completamente mergulhada em um béquer que contém uma solução aquosa concentrada de sulfato de zinco e também aparas polidas de zinco metálico no fundo do béquer. A peça permanece completamente mergulhada na solução e em contato com as aparas de zinco, enquanto a solução é mantida em ebulição durante 50 minutos. Após transcorrido esse tempo, a peça de cobre adquire uma coloração prateada.
- A seguir, a peça de cobre com coloração prateada é removida do béquer, enxaguada com água destilada e colocada em um forno a $300 \text{ }^\circ\text{C}$ por dez minutos, adquirindo uma coloração dourada.

Com base nesses experimentos,

- explique o fenômeno químico que provoca a mudança de coloração da peça de cobre no item I.
- explique o fenômeno químico que provoca a mudança de coloração da peça de cobre no item II.

Questão 30. O tetraetilchumbo era adicionado à gasolina na maioria dos países até cerca de 1980.

- Escreva a equação química balanceada que representa a reação de combustão do composto tetraetilchumbo, considerando que o chumbo elementar é o único produto formado que contém chumbo.
- O ^{238}U decai a ^{206}Pb com tempo de meia-vida de $4,5 \times 10^9$ anos. Uma amostra de sedimento colhida em 1970 continha 0,119 mg de ^{238}U e 2,163 mg de ^{206}Pb . Assumindo que todo o ^{206}Pb é formado somente pelo decaimento do ^{238}U e que o ^{206}Pb não sofre decaimento, estime a idade do sedimento.
- Justifique o resultado obtido no item b) sabendo que a idade do Universo é de 13,7 bilhões de anos.

Dados: $\ln 2 = 0,693$; $\ln 22 = 3,091$.