

# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

## VESTIBULAR 2016



## 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. Se isso ocorrer, avise o fiscal, que lhe fornecerá uma folha extra, com o cabeçalho devidamente preenchido.
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 22/12/2015, a partir das 10:00 horas, o gabarito da parte objetiva desta prova estará disponibilizado no *site* do ITA ([www.ita.br](http://www.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)	=	$9,65 \times 10^4 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A}\cdot\text{s}\cdot\text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J}\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
Volume molar de gás ideal	=	$22,4 \text{ L (CNTP)}$
Carga elementar	=	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante dos gases (R)	=	$8,21 \times 10^{-2} \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
Constante gravitacional (g)	=	$9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
Constante de Planck (h)	=	$6,626 \times 10^{-34} \text{ m}^2\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$
Velocidade da luz no vácuo	=	$3,0 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

### DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg =  $101325 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$  = 760 Torr = 1.01325 bar

1 J = 1 N·m = 1 kg·m<sup>2</sup>·s<sup>-2</sup>. ln 2 = 0,693

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<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup>.

### MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g·mol <sup>-1</sup> )	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g·mol <sup>-1</sup> )
H	1	1,01	Cr	24	52,00
He	2	4,00	Mn	25	54,94
Li	3	6,94	Fe	26	55,85
C	6	12,01	Co	27	58,93
N	7	14,01	Cu	29	63,55
O	8	16,00	Zn	30	65,38
Na	11	22,99	Br	35	79,90
Mg	12	24,31	Ag	47	107,87
P	15	30,97	I	53	126,90
S	16	32,06	Pt	78	195,08
Cl	17	35,45	Hg	80	200,59
K	19	39,10	Pb	82	207,21
Ca	20	40,08			

**Questão 1.** Considerando condições ambientes, assinale a opção ERRADA.

- A ( ) Em solução aquosa, Br<sup>-</sup> é classificado como base de Brønsted-Lowry e de Lewis.  
B ( ) Em solução aquosa, NH<sub>3</sub> é classificada como base de Arrhenius, de Brønsted-Lowry e de Lewis.  
C ( ) Quando adicionado à água, KH(s) forma uma solução aquosa básica.  
D ( ) Quando LiCl(s) é adicionado à água, a solução permanece neutra.  
E ( ) Uma solução aquosa de CH<sub>3</sub>OH a 0,10 mol·L<sup>-1</sup> pode ser considerada essencialmente neutra.

**Questão 2.** Assinale a opção que apresenta o sal solúvel em água a 25 °C.

- A ( ) CaSO<sub>4</sub>                      B ( ) PbCl<sub>2</sub>                      C ( ) Ag<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
D ( ) Hg<sub>2</sub>Br<sub>2</sub>                      E ( ) FeBr<sub>3</sub>

**Questão 3.** A constante ebulioscópica da água é 0,51 K·kg·mol<sup>-1</sup>. Dissolve-se em água 15,7 g de um composto solúvel, não volátil e não eletrólito, cuja massa molar é de 157 g·mol<sup>-1</sup>. Assinale a alternativa que corresponde à variação na temperatura de ebulição desta solução aquosa, em kelvin.

- A ( ) 0,05              B ( ) 0,20              C ( ) 0,30              D ( ) 0,40              E ( ) 0,50

**Questão 4.** A respeito de reações químicas descritas pela equação de Arrhenius, são feitas as seguintes proposições:

- I. Para reações bimoleculares, o fator pré-exponencial na equação de Arrhenius é proporcional à frequência de colisões, efetivas ou não, entre as moléculas dos reagentes.
- II. O fator exponencial na equação de Arrhenius é proporcional ao número de moléculas cuja energia cinética relativa é maior ou igual à energia de ativação da reação.
- III. Multiplicando-se o negativo da constante dos gases ( $-R$ ) pelo coeficiente angular da reta  $\ln k$  versus  $1/T$  obtém-se o valor da energia de ativação da reação.
- IV. O fator pré-exponencial da equação de Arrhenius é determinado pela intersecção da reta  $\ln k$  versus  $1/T$  com o eixo das abscissas.

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

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

**Questão 5.** Considere os seguintes compostos químicos que se encontram no estado líquido à temperatura de 298 K e pressão ambiente de 1 bar:

- I. 2-metil-pentano
- II. 3-metil-pentano
- III. 2,2-dimetil-butano
- IV. 2,3-dimetil-butano
- V. Hexano

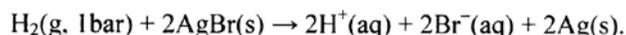
Nestas condições, assinale a opção que apresenta a ordem decrescente da magnitude da pressão de vapor dos respectivos compostos.

- A ( ) I > II > III > IV > V                      B ( ) II > I > V > III > IV                      C ( ) III > IV > I > II > V  
D ( ) IV > III > I > II > V                      E ( ) V > II > I > IV > III

**Questão 6.** Assinale a opção que apresenta a afirmação ERRADA.

- A ( ) O número de massa,  $A$ , de um isótopo é um número inteiro positivo adimensional que corresponde à soma do número de prótons e de nêutrons no núcleo daquele isótopo.
- B ( ) Massa atômica refere-se à massa de um único átomo, e é invariante para átomos de um mesmo isótopo. Quando medida em unidades padrão de massa atômica, ela nunca é um número inteiro exceto para o átomo de  $^{12}\text{C}$ .
- C ( ) A soma do número de prótons e nêutrons em qualquer amostra de matéria cuja massa é exatamente 1 g vale exatamente 1 mol.
- D ( ) A massa molar de um dado elemento químico pode variar em diferentes pontos do sistema solar.
- E ( ) Multiplicando-se a unidade padrão de massa atômica pela constante de Avogadro, obtém-se exatamente  $1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

**Questão 7.** Considere a reação descrita pela seguinte equação química:



Sendo  $X$  o potencial padrão ( $E^\circ$ ) da reação, o pH da solução a 25 °C quando o potencial da reação ( $E$ ) for  $Y$  será dado por

- A ( )  $(X-Y)/0,059$ .                      B ( )  $(Y-X)/0,059$ .                      C ( )  $(X-Y)/0,118$ .  
D ( )  $(Y-X)/0,118$ .                      E ( )  $2(X-Y)/0,059$ .

**Questão 8.** Uma amostra de 4,4 g de um gás ocupa um volume de 3,1 L a 10 °C e 566 mmHg. Assinale a alternativa que apresenta a razão entre as massas específicas deste gás e a do hidrogênio gasoso nas mesmas condições de pressão e temperatura.

- A ( ) 2,2      B ( ) 4,4      C ( ) 10      D ( ) 22      E ( ) 44

**Questão 9.** No estado padrão, é de 0,240 V o potencial da pilha cuja reação pode ser descrita pela seguinte equação química:



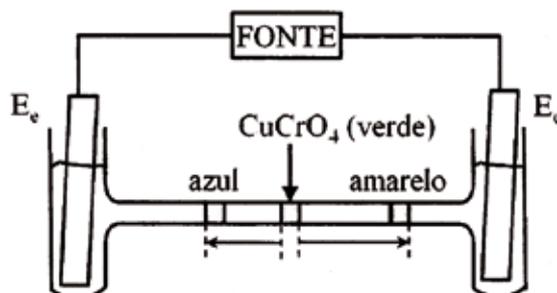
Assinale a alternativa que apresenta o valor da energia livre padrão da reação, em  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

- A ( ) -11,6      B ( ) -23,2      C ( ) -34,8      D ( ) -46,3      E ( ) -69,5

**Questão 10.** Quantidades iguais de  $\text{H}_2(\text{g})$  e  $\text{I}_2(\text{g})$  foram colocadas em um frasco, com todo o sistema à temperatura T, resultando na pressão total de 1 bar. Verificou-se que houve a produção de  $\text{HI}(\text{g})$ , cuja pressão parcial foi de 22,8 kPa. Assinale a alternativa que apresenta o valor que mais se aproxima do valor CORRETO da constante de equilíbrio desta reação.

- A ( ) 0,295      B ( ) 0,350      C ( ) 0,490      D ( ) 0,590      E ( ) 0,700

**Questão 11.** Considere uma célula eletrolítica na forma de um tubo em H, preenchido com solução aquosa de  $\text{NaNO}_3$  e tendo eletrodos inertes mergulhados em cada ramo vertical do tubo e conectados a uma fonte externa. Num determinado instante, injeta-se uma solução aquosa de  $\text{CuCrO}_4$  verde na parte central do ramo horizontal do tubo. Após algum tempo de eletrólise, observa-se uma mancha azul e uma amarela, separadas (em escala) de acordo com o esquema da figura.



Com base nas informações do enunciado e da figura, assinale a opção ERRADA.

- A ( ) O eletrodo  $E_e$  corresponde ao anodo.  
 B ( ) Há liberação de gás no  $E_d$ .  
 C ( ) Há liberação de  $\text{H}_2$  no  $E_e$ .  
 D ( ) O íon cromato tem velocidade de migração maior que o íon cobre.  
 E ( ) O pH da solução em torno do  $E_d$  diminui.

**Questão 12.** Considere que 20 g de tiosulfato de potássio com pureza de 95% reagem com ácido clorídrico em excesso, formando 3,2 g de um sólido de coloração amarela. Assinale a alternativa que melhor representa o rendimento desta reação.

- A ( ) 100%      B ( ) 95%      C ( ) 80%      D ( ) 70%      E ( ) 65%

**Questão 13.** Considere as entalpias padrão de formação dos seguintes compostos:

	$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
$\Delta H_f^\circ / \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	-74,81	zero	-393,51	-285,83

Sabendo que a capacidade calorífica da água, à pressão constante, vale  $75,9 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$  e que sua entalpia de vaporização é igual a  $40,66 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , assinale a alternativa que melhor corresponda ao número de mols de metano necessários para vaporizar 1 L de água pura, cuja temperatura inicial é 25 °C, ao nível do mar.

- A ( ) 1,0      B ( ) 2,0      C ( ) 2,9      D ( ) 3,8      E ( ) 4,7

**Questão 14.** Sabendo que a função trabalho do zinco metálico é  $5,82 \times 10^{-19}$  J, assinale a opção que apresenta a energia cinética máxima, em joules, de um dos elétrons emitidos, quando luz de comprimento de onda igual a 140 nm atinge a superfície do zinco.

A ( )  $14,2 \times 10^{-18}$

B ( )  $8,4 \times 10^{-18}$

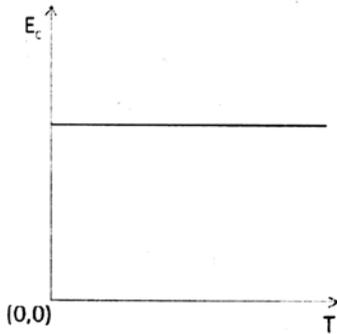
C  $14,2 \times 10^{-19}$

D ( )  $8,4 \times 10^{-19}$

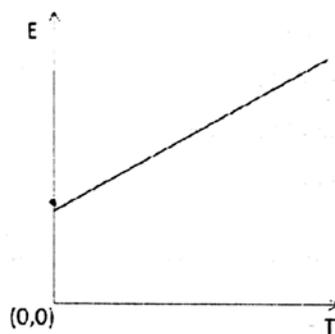
E ( )  $14,2 \times 10^{-20}$

**Questão 15.** Considerando um gás monoatômico ideal, assinale a opção que contém o gráfico que melhor representa como a energia cinética média ( $E_c$ ) das partículas que compõem este gás varia em função da temperatura absoluta (T) deste gás.

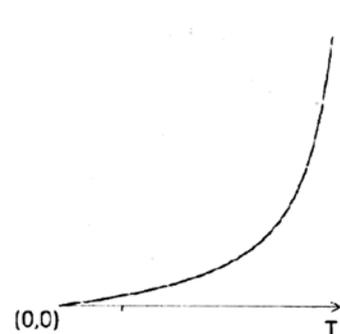
A ( )



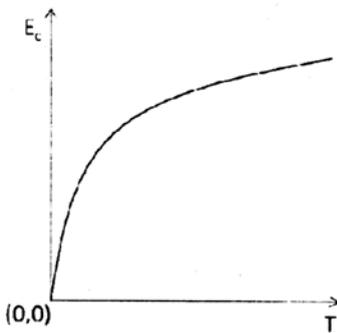
B ( )



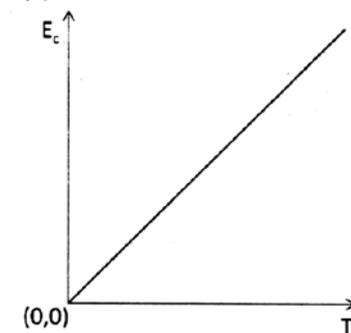
C ( )



D ( )



E ( )



**Questão 16.** Considere a expansão de um gás ideal inicialmente contido em um recipiente de 1 L sob pressão de 10 atm. O processo de expansão pode ser realizado de duas maneiras diferentes, ambas à temperatura constante:

- I. Expansão em uma etapa contra a pressão externa constante de 1 atm, levando o volume final do recipiente a 10 L.
- II. Expansão em duas etapas: na primeira, o gás expande contra a pressão externa constante de 5 atm até atingir um volume de 2 L; na segunda etapa, o gás expande contra uma pressão constante de 1 atm atingindo o volume final de 10 L.

Com base nestas informações, assinale a proposição CORRETA.

A ( ) O trabalho realizado pelo gás é igual nos dois processos de expansão.

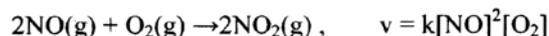
B ( ) O trabalho realizado no primeiro processo é metade do trabalho realizado no segundo processo.

C ( ) A variação da energia interna do gás é igual em ambos os processos.

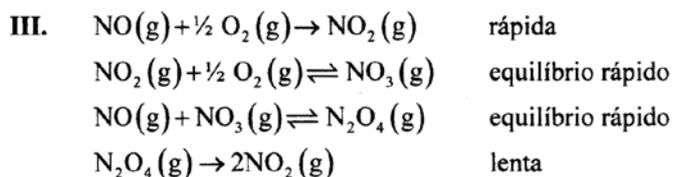
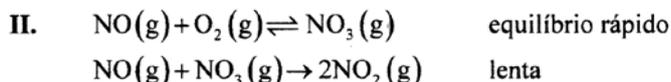
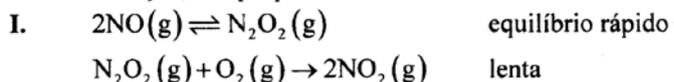
D ( ) A variação da energia interna do gás no primeiro processo é metade da do segundo processo.

E ( ) O calor trocado pelo gás é igual em ambos os processos.

**Questão 17.** Considere a seguinte reação química e a respectiva lei de velocidade experimental:



Para esta reação, são propostos os mecanismos reacionais I, II e III com suas etapas elementares de reação:



Dos mecanismos propostos, são consistentes com a lei de velocidade observada experimentalmente

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

**Questão 18.** Uma reação hipotética de decomposição de uma substância gasosa catalisada em superfície metálica tem lei de velocidade de ordem zero, com uma constante de velocidade (k) igual a  $10^{-3} \text{ atm}\cdot\text{s}^{-1}$ . Sabendo que a pressão inicial do reagente é igual a 0,6 atm, assinale a opção que apresenta o tempo necessário, em segundos, para que um terço do reagente se decomponha.

- A** ( ) 0,00001                      **B** ( ) 200                      **C** ( ) 400                      **D** ( ) 600                      **E** ( ) 693

**Questão 19.** Duas placas de platina são conectadas a um potenciostato e imersas em um béquer contendo uma solução aquosa de sulfato de cobre. Entre estas duas placas ocorre a passagem de corrente elétrica. Após certo tempo foi verificado que a cor azul, inicialmente presente na solução, desapareceu e que houve a liberação de um gás em uma das placas de platina. A solução, agora totalmente incolor, contém

- A** ( ) hidróxido de cobre.                      **B** ( ) sulfato de platina.                      **C** ( ) hidróxido de platina.  
**D** ( ) ácido sulfúrico.                      **E** ( ) apenas água.

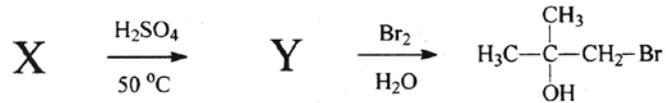
**Questão 20.** A energia do estado fundamental do átomo de hidrogênio é  $-13,6 \text{ eV}$ . Considerando todas as espécies químicas no estado gasoso e em seu estado eletrônico fundamental, é CORRETO afirmar que o valor absoluto

- A** ( ) da energia do orbital 1s do átomo de hélio é menor que  $13,6 \text{ eV}$ .  
**B** ( ) da energia da molécula de  $\text{H}_2$ , no seu estado de mínima energia, é menor do que o valor absoluto da soma das energias de dois átomos de hidrogênio infinitamente separados.  
**C** ( ) da afinidade eletrônica do átomo de hidrogênio é igual a  $13,6 \text{ eV}$ .  
**D** ( ) da soma das energias de dois átomos de deutério, infinitamente separados, é maior do que o valor absoluto da soma das energias de dois átomos de hidrogênio infinitamente separados.  
**E** ( ) da energia do íon  $\text{He}^+$  é igual ao valor absoluto da soma das energias de dois átomos de hidrogênio infinitamente separados.

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.** Considere a rota de síntese do 1-bromo-2-metil-2-propanol mostrada abaixo:



- Escreva a fórmula estrutural do composto orgânico X.
- Escreva a fórmula estrutural do composto orgânico Y.
- Escreva a fórmula estrutural do composto orgânico que seria formado se, ao invés de água, o solvente utilizado na última reação química fosse o metanol.

**Questão 22.** Reações de Grignard são geralmente realizadas utilizando éter dietílico anidro como solvente.

- Escreva a fórmula estrutural do reagente de Grignard cuja reação com gás carbônico e posterior hidrólise produz ácido di-metil-propanóico.
- Por que o solvente utilizado em reações de Grignard deve ser anidro? Escreva uma equação química para justificar sua resposta.

**Questão 23.** Sabendo que o produto de solubilidade do calomelano (cloreto de mercúrio I) é  $K_{ps} = 2,6 \times 10^{-18}$  e que seu logaritmo natural é  $\ln(K_{ps}) = -40,5$ , determine:

- a concentração, em  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , de  $\text{Hg}_2^{2+}$  e de  $\text{Cl}^-$  numa solução aquosa saturada de calomelano.
- o potencial padrão de um eletrodo de calomelano.

**Questão 24.** Dadas as informações:

- O poder calorífico de um combustível representa a quantidade de calor gerada na combustão por unidade de massa.
- O poder calorífico do  $\text{H}_2(\text{g})$  é aproximadamente 3 vezes o da gasolina.
- O calor latente de ebulição do  $\text{H}_2(\ell)$  é desprezível frente ao poder calorífico do  $\text{H}_2(\text{g})$ .
- A massa específica do  $\text{H}_2(\ell)$  é de  $0,071 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  e a da gasolina é de  $0,740 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .

Com base nestas informações, determine o valor numérico:

- da massa de 45 L de gasolina.
- do volume de  $\text{H}_2(\ell)$  que, ao sofrer combustão, fornece a mesma quantidade de calor liberada na combustão de 45 L de gasolina.
- do volume que o  $\text{H}_2$  ocuparia se estivesse na forma de gás, à pressão de 1 bar e a  $25\text{ }^\circ\text{C}$ .

**Questão 25.** Dado o seguinte mecanismo reacional, constituído de duas etapas elementares (I e II).



Escreva a expressão para a taxa de variação temporal da concentração do:

- reagente A.
- intermediário M.
- produto C.

**Questão 26.** No diagrama de fases da água pura, o ponto triplo ocorre à temperatura absoluta de 273,16 K e à pressão de 0,006037 atm. A temperatura de ebulição da água à pressão de 1 atm é 373,15 K. A temperatura crítica da água pura é de 647,096 K e sua pressão crítica é de 217,7 atm.

- Esboce o diagrama de fases da água pura e indique neste diagrama o ponto triplo, o ponto de ebulição a 1 atm e o ponto crítico. No mesmo diagrama, usando linhas tracejadas, desenhe as curvas de equilíbrio sólido-líquido e líquido-gás quando se dissolve na água pura um soluto não volátil e não solúvel na fase sólida.
- Esboce o diagrama de fases de uma substância que sublima à pressão ambiente, cuja temperatura crítica seja 216,6 K e cuja fase sólida seja mais densa do que a fase líquida.

**Questão 27.** A saliva humana pode ser considerada uma solução tampão. Cite quais espécies químicas inorgânicas compõem este tampão e explique como elas atuam.

**Questão 28.** A toda reação química corresponde uma variação de energia interna,  $\Delta U$ , e uma variação de entalpia,  $\Delta H$ . Explique em que condições  $\Delta U$  tem valor igual ao de  $\Delta H$ .

**Questão 29.** Uma amostra de 50 g de iodeto de potássio, com pureza de 83%, reage com ácido sulfúrico e dióxido de manganês. O iodo liberado nesta reação reage com fósforo vermelho e o composto resultante sofre hidrólise. Sabendo que o rendimento da primeira reação é de 80%:

- calcule a massa de iodo produzida na primeira reação química.
- escreva a equação química balanceada para a primeira reação química.
- escreva a equação química balanceada para a segunda reação química.
- escreva a equação química balanceada para a terceira reação química.

**Questão 30.** O ácido hipocloroso sofre, em solução aquosa, três diferentes processos de transformação que ocorrem de forma independente. Escreva as equações balanceadas que representam as reações químicas que ocorrem nas seguintes condições:

- sob a ação da luz solar direta ou em presença de sais de cobalto como catalisador.
- reação ocorrendo na presença de  $\text{CaCl}_2$  como substância desidratante.
- sob ação de calor.