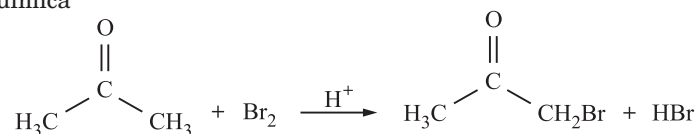


## Questão 1

Ao misturar acetona com bromo, na presença de ácido, ocorre a transformação representada pela equação química



Dentre as substâncias presentes nessa mistura, apenas o bromo possui cor e, quando este reagente for totalmente consumido, a solução ficará incolor. Assim sendo, a velocidade da reação pode ser determinada medindo-se o tempo decorrido até o desaparecimento da cor, após misturar volumes definidos de soluções aquosas de acetona, ácido e bromo, de concentrações iniciais conhecidas. Os resultados de alguns desses experimentos estão na tabela apresentada na página de resposta.

a) Considerando que a velocidade da reação é dada por

$$\frac{\text{concentração inicial de Br}_2}{\text{tempo para desaparecimento da cor}}$$

complete a tabela apresentada na página de resposta.

Experimento	Concentração inicial de acetona (mol L <sup>-1</sup> )	Concentração inicial de H <sup>+</sup> (mol L <sup>-1</sup> )	Concentração inicial de Br <sub>2</sub> (mol L <sup>-1</sup> )	Tempo decorrido até o desaparecimento da cor (s)	Velocidade da reação (mol L <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )
1	0,8	0,2	6,6 × 10 <sup>-3</sup>	132	
2	1,6	0,2	6,6 × 10 <sup>-3</sup>	66	
3	0,8	0,4	6,6 × 10 <sup>-3</sup>	66	
4	0,8	0,2	3,3 × 10 <sup>-3</sup>	66	

b) A velocidade da reação é independente da concentração de uma das substâncias presentes na mistura. Qual é essa substância? Justifique sua resposta.

### Resposta

a) Calculando as velocidades das reações, obtém-se a tabela devidamente preenchida:

Experimento	Concentração inicial de acetona (mol L <sup>-1</sup> )	Concentração inicial de H <sup>+</sup> (mol L <sup>-1</sup> )	Concentração inicial de Br <sub>2</sub> (mol L <sup>-1</sup> )	Tempo decorrido até o desaparecimento da cor (s)	Velocidade da reação (mol L <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )
1	0,8	0,2	6,6 × 10 <sup>-3</sup>	132	5 · 10 <sup>-5</sup>
2	1,6	0,2	6,6 × 10 <sup>-3</sup>	66	1 · 10 <sup>-4</sup>
3	0,8	0,4	6,6 × 10 <sup>-3</sup>	66	1 · 10 <sup>-4</sup>
4	0,8	0,2	3,3 × 10 <sup>-3</sup>	66	5 · 10 <sup>-5</sup>

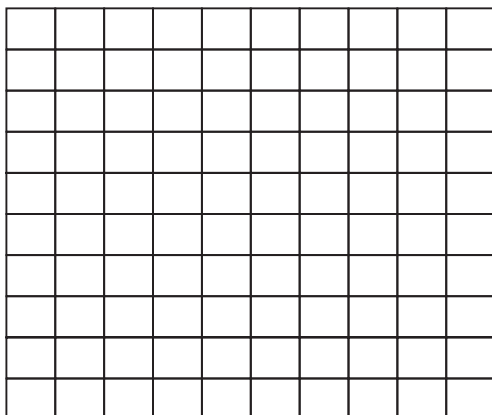
b) Observando as velocidades de reação em cada experimento, nota-se que a variação de  $Br_2$ , mantendo-se constantes as demais concentrações, não provoca alteração da velocidade. Logo o  $Br_2$  é o reagente do qual a velocidade da reação é independente.

## Questão 2

Um aluno efetuou um experimento para avaliar o calor envolvido na reação de um ácido com uma base. Para isso, tomou 8 tubos de ensaio e a cada um deles adicionou 50 mL de uma mesma solução aquosa de  $HCl$  e diferentes volumes de água. Em seguida, acondicionou esses tubos em uma caixa de isopor, para minimizar trocas de calor com o ambiente. A cada um desses tubos, foram adaptados uma rolha e um termômetro para medir a temperatura máxima atingida pela respectiva solução, após o acréscimo rápido de volumes diferentes de uma mesma solução aquosa de  $NaOH$ . O volume final da mistura, em cada tubo, foi sempre 100 mL. Os resultados do experimento são apresentados na tabela.

Tubo	Volume de $HCl$ (aq) (mL)	Volume de $H_2O$ (mL)	Volume de $NaOH$ (aq) (mL)	Temperatura máxima ( $^{\circ}C$ )
1	50	50	0	23,0
2	50	45	5	24,4
3	50	40	10	25,8
4	50	35	15	27,2
5	50	30	20	28,6
6	50	25	25	30,0
7	50	20	30	30,0
8	50	15	35	30,0

a) Construa um gráfico, no quadriculado apresentado na página de resposta, que mostre como a temperatura máxima varia em função do volume de solução aquosa de  $NaOH$  acrescentado.

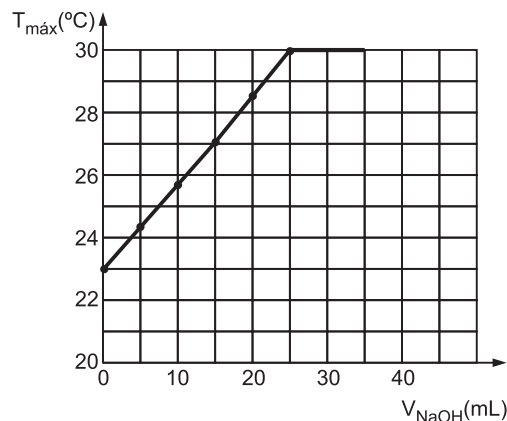


b) A reação do ácido com a base libera ou absorve calor? Justifique sua resposta, considerando os dados da tabela.

c) Calcule a concentração, em  $mol\ L^{-1}$ , da solução aquosa de  $HCl$ , sabendo que a concentração da solução aquosa de  $NaOH$  utilizada era  $2,0\ mol\ L^{-1}$ .

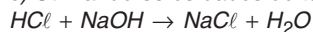
### Resposta

a)



b) A reação libera calor (exotérmica), pois, de acordo com a tabela, a temperatura máxima aumenta à medida que a reação do ácido com a base torna-se mais efetiva.

c) Utilizando-se os dados do tubo 6 onde a temperatura máxima foi atingida, temos:

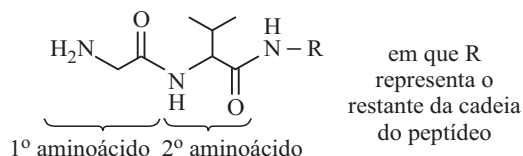


$$25 \cdot 10^{-3} \cancel{\text{L}} \cdot \frac{2 \cancel{\text{mol NaOH}}}{\cancel{\text{L}}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{\underbrace{1 \cancel{\text{mol NaOH}}}_{\text{eq. química}}} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol HCl}$$

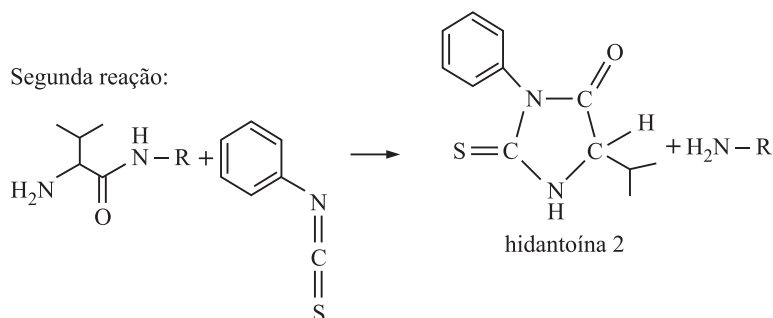
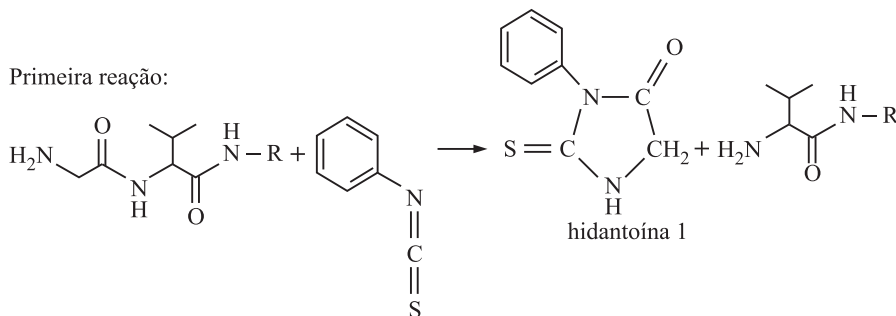
$$[\text{HCl}] = \frac{n}{V} = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{50 \cdot 10^{-3}} = \frac{1 \text{ mol}}{\text{L}}$$

### Questão 3

Peptídeos são formados por seqüências de aminoácidos, como exemplificado para o peptídeo a seguir:



Para identificar os dois primeiros aminoácidos desse peptídeo e também a seqüência de tais aminoácidos, foram efetuadas duas reações químicas. Na primeira reação, formaram-se uma hidantoína e um novo peptídeo com um aminoácido a menos. Esse novo peptídeo foi submetido a uma segunda reação, análoga à anterior, gerando outra hidantoína e outro peptídeo:

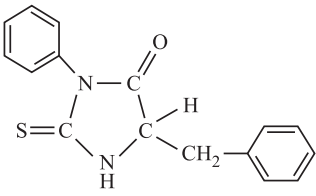
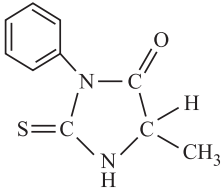
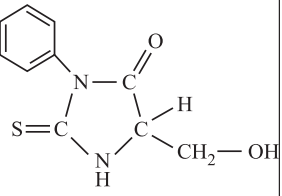


O mesmo tipo de reação foi utilizado para determinar a seqüência de aminoácidos em um outro peptídeo de fórmula desconhecida, que é formado por apenas três aminoácidos. Para tanto, três reações foram realizadas, formando-se três hidantoínas, na ordem indicada na página de resposta.

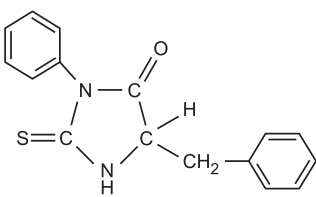
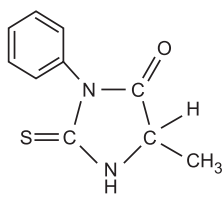
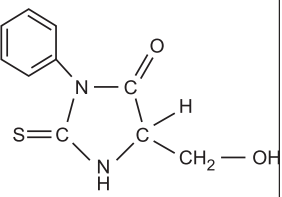
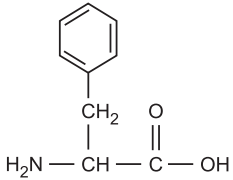
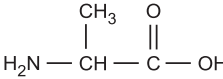
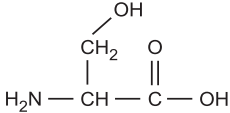
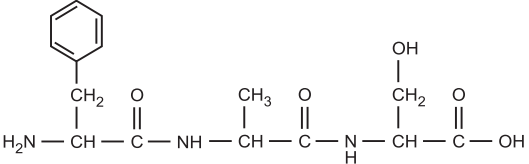
Preencha a tabela da página de resposta, escrevendo

a) as fórmulas dos três aminoácidos que correspondem às três respectivas hidantoínas formadas;

b) a fórmula estrutural do peptídeo desconhecido formado pelos três aminoácidos do item a).

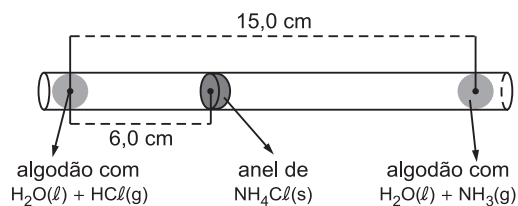
hidantoína	 primeira hidantoína	 segunda hidantoína	 terceira hidantoína
a) aminoácido			
b) peptídeo formado pelos três aminoácidos do item a)			

**Resposta**

hidantoína	 primeira hidantoína	 segunda hidantoína	 terceira hidantoína
a) aminoácido			
b) peptídeo formado pelos três aminoácidos do item a)			

### Questão 4

Uma estudante de Química realizou um experimento para investigar as velocidades de difusão dos gases  $\text{HCl}$  e  $\text{NH}_3$ .



Para tanto, colocou, simultaneamente, dois chumaços de algodão nas extremidades de um tubo de vidro, como mostrado na figura acima. Um dos chumaços estava embebido de solução aquosa de  $\text{HCl}$  (g), e o outro, de solução aquosa de  $\text{NH}_3$  (g). Cada um desses chumaços liberou o respectivo gás. No ponto de encontro dos gases, dentro do tubo, formou-se, após 10 s, um anel de sólido branco ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), distante 6,0 cm do chumaço que liberava  $\text{HCl}$  (g).

- Qual dos dois gases, desse experimento, tem maior velocidade de difusão? Explique.
- Quando o experimento foi repetido a uma temperatura mais alta, o anel de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (s) se formou na mesma posição. O tempo necessário para a formação do anel, a essa nova temperatura, foi igual a, maior ou menor do que 10 s? Justifique.
- Com os dados do experimento descrito, e sabendo-se a massa molar de um dos dois gases, pode-se determinar a massa molar do outro. Para isso, utiliza-se a expressão

$$\frac{\text{velocidade de difusão do } \text{NH}_3 \text{ (g)}}{\text{velocidade de difusão do } \text{HCl} \text{ (g)}} = \sqrt{\frac{\text{massa molar do } \text{HCl}}{\text{massa molar do } \text{NH}_3}}$$

Considere que se queira determinar a massa molar do  $\text{HCl}$ . Caso o algodão embebido de solução aquosa de  $\text{NH}_3$  (g) seja colocado no tubo um pouco **antes** do algodão que libera  $\text{HCl}$  (g) (e não simultaneamente), como isso afetará o valor obtido para a massa molar do  $\text{HCl}$ ? Explique.

### Resposta

a) A amônia ( $\text{NH}_3$ ) é o gás com maior velocidade de difusão desse experimento, pois seu deslocamento no interior do tubo foi maior do que o do  $\text{HCl}$  num mesmo intervalo de tempo (10 segundos).

b) A uma temperatura mais alta o anel de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  se formou na mesma posição, pois foram aumentadas as velocidades de difusão tanto do  $\text{HCl}$  quanto do  $\text{NH}_3$  gasosos.

O tempo para a formação do anel foi menor a essa nova temperatura, pois o contato entre os reagentes, devido a maior velocidade de difusão, se deu antes.

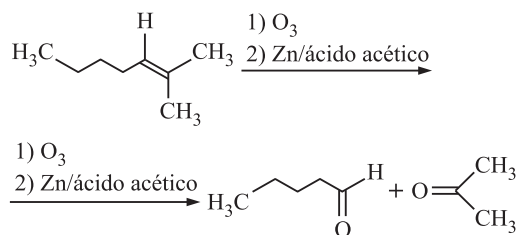
c) A velocidade de difusão de um gás pode ser calculada pela razão entre o deslocamento do gás e o tempo decorrido:  $v = \frac{d}{\Delta t}$ .

Uma vez que o algodão que libera  $\text{HCl}$  tenha sido colocado depois, seu deslocamento foi menor, levando a um valor de velocidade aparente menor que a real. Pela expressão fornecida, a massa molar de um gás é inversamente proporcional à sua velocidade de difusão. Logo o valor obtido para a massa molar do  $\text{HCl}$  seria maior do que a real.

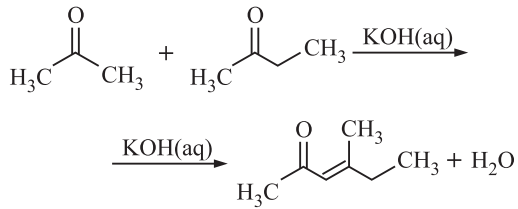
### Questão 5

Dois tipos de reação, bastante utilizados na síntese e transformação de moléculas orgânicas, são:

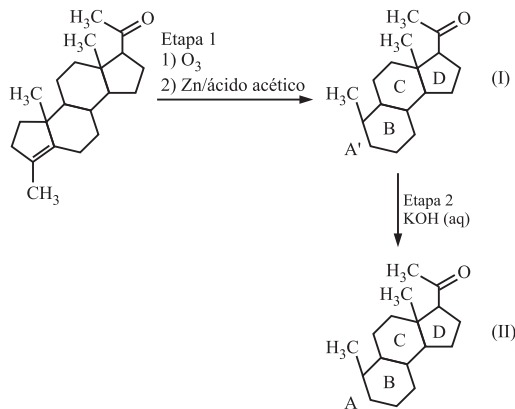
- Ozonólise – reação química em que cada carbono da ligação dupla de um composto orgânico forma uma ligação dupla com oxigênio, como exemplificado:



- Condensação aldólica – reação química em que dois compostos carbonílicos se unem e perdem água, formando um novo composto carbonílico com uma ligação dupla adjacente ao grupo carbonila, como exemplificado:

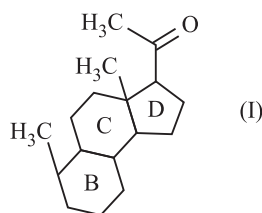


Em 1978, esses dois tipos de reação foram utilizados na síntese do hormônio progesterona, de acordo com a sequência a seguir, em que A' e A identificam, respectivamente, partes das fórmulas estruturais dos produtos I e II, cujas representações, a seguir, não estão completas.

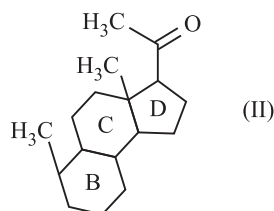


Na página de resposta, complete as fórmulas estruturais

a) do composto I;

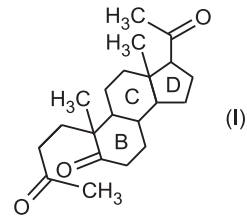


b) do composto II, em que A é um anel constituído por 6 átomos de carbono, e em que o anel B não possui grupo carbonila.

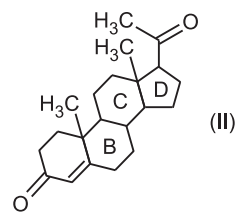


**Resposta**

a)

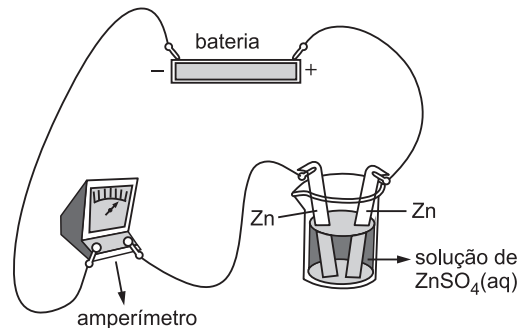


b)



**Questão 6**

A determinação da carga do elétron pode ser feita por método eletroquímico, utilizando a aparelhagem representada na figura a seguir.



Dois placas de zinco são mergulhadas em uma solução aquosa de sulfato de zinco (ZnSO<sub>4</sub>). Uma das placas é conectada ao polo positivo de uma bateria. A corrente que flui pelo circuito é medida por um amperímetro inserido entre a outra placa de Zn e o polo negativo da bateria.

A massa das placas é medida antes e depois da passagem de corrente elétrica por determinado tempo. Em um experimento, utilizando essa aparelhagem, observou-se que a massa da placa, conectada ao polo positivo da bateria, diminuiu de 0,0327 g. Este foi, também, o aumento de massa da placa conectada ao polo negativo.

- a) Descreva o que aconteceu na placa em que houve perda de massa e também o que aconteceu na placa em que houve ganho de massa.
- b) Calcule a quantidade de matéria de elétrons (em mol) envolvida na variação de massa que ocorreu em uma das placas do experimento descrito.
- c) Nesse experimento, fluiu pelo circuito uma corrente de 0,050 A durante 1920 s. Utilizando esses resultados experimentais, calcule a carga de um elétron.

Dados: massa molar do Zn =  $65,4 \text{ g mol}^{-1}$   
 constante de Avogadro =  $6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

### Resposta

- a) Na placa em que houve perda de massa, ocorreu a oxidação do zinco metálico, enquanto na placa onde houve ganho de massa ocorreu a deposição de zinco (redução de íons  $\text{Zn}^{2+}$  da solução).
- b) Considerando qualquer uma das semirreações, tem-se que a quantidade de matéria de elétrons (em mol) é:

$$0,0327 \text{ g Zn} \cdot \frac{1 \text{ mol Zn}}{65,4 \text{ g Zn}} \cdot \frac{2 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol Zn}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol } e^-$$

m. molar

- c) A carga de um elétron ( $e^-$ ) é:

$$Q = n \cdot e^-$$

$$i \cdot t = n \cdot e^-$$

$$0,05 \cdot 1920 = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot e^-$$

$$e^- = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$