

Задаци

Други колоквијум - Молекулски спектри

Пример 1

Израчунајте апсорбанцију раствора, ако је познато да је транспаренција 89% на 400 nm.

Решење:

$$A = 0,071$$

Поступак и објашњење:

Подаци из задатка

$\lambda = 400 \text{ nm}$ таласна дужина на којој је мерена апсорбанција раствора

$T\% = 89 \%$ измерена транспаренција раствора изражена у процентима

$A = ?$ тражена апсорбанција раствора

За израду задатка вредност таласне дужине није потребна. Важно је само да се сва мерења и константе односе на исту таласну дужину.

За израчунавање апсорбанције према изразу:

$$A = -\log(T) \tag{1}$$

Неопходно је да се ослободимо процената. С обзиром да је:

$$T\% = T \cdot 100\% \tag{2}$$

односно: $T = \frac{T\%}{100\%}$

транспаренција износи:

$$T = \frac{89\%}{100\%} = 0,89$$

Затим из израза (1) добијамо да је апсорбанција:

$$A = -\log(0,89) = 0,07058$$

Пример 2

Раствор $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})^{2+}$ у кивети дебљине 1,00 cm има апсорбанцу 0,20 на таласној дужини 530 nm. Моларни апсорпциони коефицијент за дате услове је $10 \text{ l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$. Одредите концентрацију раствора.

Решење:

$$c = 0,020 \text{ M}$$

Поступак и објашњење:

Подаци из задатка

$\lambda = 530 \text{ nm}$ таласна дужина на којој је мерена апсорбанција раствора

$A_{530} = 0,20$ измерена апсорбанција раствора

$\epsilon_{530} = 5,12 \cdot 10^2 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ моларна апсорптивност $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})^{2+}$ јона на 530 nm

$b = 1,00 \text{ cm}$ дебљина апсорбујућег слоја (кивете)

$c = ?$ тражена концентрација $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})^{2+}$ јона у раствору

За израду задатка вредност таласне дужине није потребна. Важно је само да се сва мерења и константе односе на исту таласну дужину.

Према Беровом закону апсорбанција и концентрација раствора $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})^{2+}$ јона су повезане преко релације:

$$A_{530} = \epsilon_{530} \cdot b \cdot c \quad (3)$$

Концентрација тада може да се напише као:

$$c = \frac{A_{530}}{\epsilon_{530} \cdot b} \quad (4)$$

Након уношења података из задатка

$$c = \frac{0,20}{10 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1} \cdot 1,00 \text{ cm}}$$

добија се тражена концентрација

$$c = 0,020 \text{ M}$$

Пример 3

Апсорбанција непознатог раствора MnO_4^- је 0,500 на 525 nm. Када се мери под истим условима, $1,00 \cdot 10^{-4}$ M раствор MnO_4^- јона има апсорбанцију 0,200. Одредите непознату концентрацију.

Решење:

$$cx(MnO_4^-) = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Поступак и објашњење:

Подаци из задатка

$\lambda = 525 \text{ nm}$ таласна дужина на којој је мерена апсорбанција раствора

$A_{525}(1) = 0,500$ измерена апсорбанција за први раствор

$A_{525}(2) = 0,200$ измерена апсорбанција за други раствор

$c(MnO_4^-) = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ концентрација MnO_4^- јона у другом раствору

$cx(MnO_4^-) = ?$ тражена концентрација MnO_4^- јона првог раствора

За израду задатка вредност таласне дужине није потребна. Важно је само да се сва мерења и константе односе на исту таласну дужину.

За концентрацију $1,00 \cdot 10^{-4}$ M се може применити Беров закон. Изрази за апсорбанцију првог и другог раствора су:

$$A_{525}(1) = \varepsilon_{525}(MnO_4^-) \cdot b \cdot cx(MnO_4^-) \quad (5)$$

$$A_{525}(2) = \varepsilon_{525}(MnO_4^-) \cdot b \cdot c(MnO_4^-) \quad (6)$$

Овакав задатак је згодно решавати тако што се два израза за апсорбанцију међусобно поделе.

$$\frac{A_{525}(1)}{A_{525}(2)} = \frac{\varepsilon_{525}(MnO_4^-) \cdot b \cdot cx(MnO_4^-)}{\varepsilon_{525}(MnO_4^-) \cdot b \cdot c(MnO_4^-)} \quad (7)$$

Апсорбанције за оба раствора су мерена под истим условима: иста таласна дужина, иста дебљина кивете и иста температура. У том случају моларни апсорпциони коефицијент MnO_4^- јона је исти за оба раствора и заједно са дебљином апсорбујућег слоја, b , се може скратити.

$$\frac{A_{525}(1)}{A_{525}(2)} = \frac{\cancel{\varepsilon_{525}(MnO_4^-)} \cdot \cancel{b} \cdot cx(MnO_4^-)}{\cancel{\varepsilon_{525}(MnO_4^-)} \cdot \cancel{b} \cdot c(MnO_4^-)} \quad (8)$$

након чега остаје однос:

$$\frac{A_{525}(1)}{A_{525}(2)} = \frac{cx(MnO_4^-)}{c(MnO_4^-)} \quad (9)$$

$$\frac{0,500}{0,200} = \frac{cx(MnO_4^-)}{1,00 \cdot 10^{-4} M}$$

даљим сређивањем:

$$2,5 = \frac{cx(MnO_4^-)}{1,00 \cdot 10^{-4} M}$$

$$cx(MnO_4^-) = 2,5 \cdot 1,00 \cdot 10^{-4} M$$

добиамо тражену концентрацију:

$$cx(MnO_4^-) = 2,5 \cdot 10^{-4} M$$

Пример 4

Потребно је одредити концентрацију метал-лиганд комплекса у ознаци $c(\text{ML})$ датог раствора. Комплекс апсорбује на таласној дужини од 522 nm. Моларна апсорптивност комплекса је $1,18 \cdot 10^4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. У раствору се налази и вишак слободних јона лиганда концентрације, $c(\text{L}) = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ M}$. Растворени лиганд такође апсорбује на таласној дужини од 522 nm. Његова моларна апсорптивност износи $5,12 \cdot 10^2 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. Укупно измерена апсорбанција раствора у кивети дебљине 1,00 cm на таласној дужини 522 nm износи 0,727.

Решење:

$$c(\text{ML}) = 5,73 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Поступак и објашњење:

Подаци из задатка

$\lambda = 522 \text{ nm}$ таласна дужина на којој је мерена апсорбанција раствора

$\epsilon_{522}(\text{ML}) = 1,18 \cdot 10^4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ моларна апсорптивност комплекса на 522 nm

$\epsilon_{522}(\text{L}) = 5,12 \cdot 10^2 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ моларна апсорптивност јона лиганда на 522 nm

$c(\text{L}) = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ концентрација слободних јона лиганда у раствору

$b = 1,00 \text{ cm}$ дебљина апсорбујућег слоја (кивете)

$A = 0,727$ укупна апсорбанција раствора

$c(\text{ML}) = ?$ концентрација метал-лиганд комплекса коју тражимо

За израду задатка вредност таласне дужине није потребна. Важно је само да се сва мерења и константе односе на исту таласну дужину.

У раствору имамо две хемијске врсте које апсорбују на таласној дужини од 522 nm, метал-лиганд комплекс и јони лиганда. Укупна апсорбанција је зато једнака збиру апсорбанција слободних јона лиганда, $A(\text{L})$, и метал-лиганд комплекса $A(\text{ML})$:

$$A = A(\text{ML}) + A(\text{L}) \quad (10)$$

Пошто су у питању концентрације, $c(L) = 1,00 \cdot 10^{-4}$ М, чија вредност упада у опсег концентрација, од 10^{-3} М до 10^{-6} М, за који важи Беров закон, искористићемо то за решавање проблема задатка.

Беров закон за метал-лиганд комплекс и јоне лиганда гласи:

$$A(\text{ML}) = \varepsilon_{522}(\text{ML}) \cdot b \cdot c(\text{ML}) \quad (11)$$

$$A(\text{ML}) = \varepsilon_{522}(\text{L}) \cdot b \cdot c(\text{L}) \quad (12)$$

Уврштавањем ових израза у претходни, добијамо:

$$A = \varepsilon_{522}(\text{ML}) \cdot b \cdot c(\text{ML}) + \varepsilon_{522}(\text{L}) \cdot b \cdot c(\text{L}) \quad (13)$$

После уношења вредности датих у задатку у израз (14):

$$0,727 = 1,18 \cdot 10^4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1} \cdot 1,00 \text{ cm} \cdot c(\text{ML}) + 5,12 \cdot 10^2 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1} \cdot 1,00 \text{ cm} \cdot 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

и сређивања:

$$0,727 = 1,18 \cdot 10^4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} c(\text{ML}) + 5,12 \cdot 10^{-2}$$

$$1,18 \cdot 10^4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} c(\text{ML}) = 0,727 - 0,0512$$

$$1,18 \cdot 10^4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} c(\text{ML}) = 0,6758$$

$$c(\text{ML}) = 0,6758 : 1,18 \cdot 10^4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

добијамо тражену концентрацију.

$$c(\text{ML}) = 0,5727 \text{ mol dm}^{-3}$$

односно

$$c(\text{ML}) = 5,73 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Пример 5

Тело масе 1,5 kg привезано за један крај гумене траке осцилује фреквенцом од 1,2 Hz. Израчунајте константу силе гумене траке.

Решење:

$$k = 85,187 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-2}$$

Пример 6

Таласни број основног вибрационог прелаза молекула $^{79}\text{Br}^{81}\text{Br}$ је $323,2 \text{ cm}^{-1}$. Израчунајте константу силе хемијске везе у молекулу.

Пример 7

Моларни апсорпциони коефицијент цитозина износи $6 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ на таласној дужини од 270 nm и $\text{pH} = 7$. Израчунајте апсорбанцију и транспаренцију у процентима за растворе цитозина концентрације $3 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ у кивети дебљине 5 cm .

Решење:

$$A = 0,9$$

$$T = 12,59\%$$

Пример 8

Тело масе $1,0 \text{ kg}$ привезано за један крај гумене траке осцилује фреквенцом од 2 Hz . Израчунајте константу силе гумене траке.

Решење:

$$k = 157,75 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-2}$$