



Zimsko kolo 2019./2020.

KEMIJA

1. Koja od navedenih jedinki nema trigonsku planarnu geometriju prema VSEPR metodi?

A.	B.	C.	D.	E.
CO_3^{2-}	SO_3	PCl_3	BF_3	Ne želimo odgovoriti na pitanje.

Rješenje:

Prikažimo jedinke navedene u odgovorima Lewisovim strukturnim formulama i odredimo im prostornu građu prema VSEPR metodi:

	CO_3^{2-}	SO_3	PCl_3	BF_3
Lewisova strukturna formula				
Prostorna građa prema VSEPR metodi	trigonska planarna	trigonska planarna	trigonska piramidalna	trigonska planarna

Točan odgovor je C.

2. Uslijed onečišćenja iz obližnje tvornice pH-vrijednost vode u malom jezeru naglo je pala na 5. Volumen vode u jezeru je $3,5 \times 10^5 \text{ m}^3$. Koliku masu kalcijeva hidroksida treba dodati u jezero da se postigne pH-vrijednost vode 6,5, optimalne za živi svijet u tom jezeru?

A.	B.	C.	D.	E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.
410 g	820,1 g	125,6 kg	251,2 kg	

Rješenje:

Primijetimo da se dodatak kalcijeva hidroksida povećava pH-vrijednost vode u jezeru jer dolazi do neutralizacije određene količine oksonijevih iona.

Ako je pH-vrijednost vode u jezeru 5 izračunajmo množinu oksonijevih iona u vodi prije neutralizacije.

$$\text{pH}_1 = 5 \quad \Rightarrow \quad c_1(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$n_1(\text{H}_3\text{O}^+) = c_1 \cdot V = 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 3,5 \times 10^8 \text{ dm}^3 = 3500 \text{ mol}$$

Ako je pH-vrijednost vode u jezeru 6,5 izračunajmo množinu oksonijevih iona u vodi nakon neutralizacije.

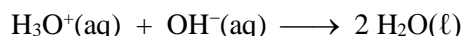
$$\text{pH}_2 = 6,5 \quad \Rightarrow \quad c_2(\text{H}_3\text{O}^+) = 3,16 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$n_2(\text{H}_3\text{O}^+) = c_2 \cdot V = 3,16 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 3,5 \times 10^8 \text{ dm}^3 = 110,6 \text{ mol}$$

Zatim izračunajmo množinu neutraliziranih oksonijevih iona.

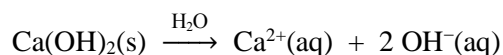
$$n_N(\text{H}_3\text{O}^+) = n_1(\text{H}_3\text{O}^+) - n_2(\text{H}_3\text{O}^+) = 3389,4 \text{ mol}$$

Zaključimo prema jednadžbi neutralizacije iona u jezerskoj vodi da je množina hidroksidnih iona potrebnih za neutralizaciju jednaka množini neutraliziranih oksonijevih iona.



$$n(\text{OH}^-) = n_N(\text{H}_3\text{O}^+) = 3389,4 \text{ mol}$$

Prema jednadžbi koja prikazuje otapanje kalcijeva hidroksida izračunajmo masu kalcijeva hidroksida.



$$\frac{n(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{n(\text{OH}^-)} = \frac{1}{2}$$

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{1}{2} n(\text{OH}^-) = 1694,7 \text{ mol}$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = n \cdot M = 1694,7 \text{ mol} \cdot 74,1 \text{ g mol}^{-1} = 125,6 \text{ kg}$$

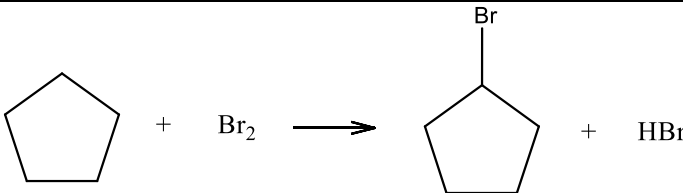
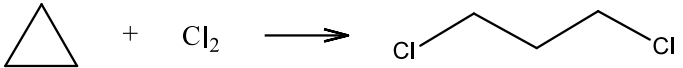
Točan odgovor je **C.**

3. Koja od navedenih reakcija nije supstitucija?

A. reakcija ciklopentana s bromom
B. reakcija ciklopropana s klorom
C. reakcija kloroetana s bromovodikom
D. reakcija 1,2-dikloroetana s jodovodikom
E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.

Rješenje:

~~~~~ Prikažimo jednadžbama kemijske reakcije navedene u odgovorima i odredimo kojoj vrsti kemijskih reakcija pripadaju.

|                                                                                                                  | Vrsta kemijske reakcije |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| A.                             | supstitucija            |
| B.                            | adicija                 |
| C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HBr} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{HCl}$   | supstitucija            |
| D. $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HI} \longrightarrow \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{I} + \text{HCl}$ | supstitucija            |

~~~~~ Komentar uz odgovore A. i B.:

~~~~~ Primijetimo da se reakcije halogeniranja ciklopentana i ciklopropana razlikuju. Cikloalkani s manjim brojem ugljikovih atoma, ciklopropan i ciklobutan, puno su reaktivniji od ostalih cikloalkana. Slabija veza između ugljikovih atoma u malim prstenima lako puca tijekom kemijskih reakcija, a razlog tome je veliko odstupanje vevnih kutova u prstenu od tetraedarskog kuta, odnosno u prstenu se stvara tzv. „kutna napetost“.

~~~~~ Komentar uz odgovore C. i D.:

~~~~~ S porastom polumjera atoma raste njihova nukleofilnost, odnosno „sposobnost“ za stvaranje veze s atomom ugljika. Kako su u ovim odgovorima reaktanti molekule bromovodik i jodovodik, u oba su slučaja atomi broma, odnosno joda, većeg polumjera od atoma klora koji je već prisutan u molekuli halogenalkana te dolazi do supstitucijske reakcije.

~~~~~ Točan odgovor je B.

4. Jedna od metoda uklanjanja nečistoća iz Penicilina G njegova je ekstrakcija iz vodene otopine pomoću alkohola oktanola.

Određenom volumenu vodene otopine koncentracije Penicilina G $210,0 \text{ mg dm}^{-3}$ dodan je jednak volumen oktanola za ekstrakciju. Kolika je koncentracija Penicilina G koji nakon ekstrakcije ostane otopljen u vodi ako je topljivost Penicilina G u oktanolu 1,83 puta veća nego u vodi?

| | | | | |
|---|---|--|--|--|
| A.
$135,8 \text{ mg dm}^{-3}$ | B.
$114,8 \text{ mg dm}^{-3}$ | C.
$95,2 \text{ mg dm}^{-3}$ | D.
$74,2 \text{ mg dm}^{-3}$ | E. Ne želimo odgovoriti na pitanje. |
|---|---|--|--|--|

Rješenje:

Postavimo jednadžbu prema podacima topljivosti Penicilina G u oktanolu i u vodi:

$$\gamma(\text{P-G})_{\text{oktanol}} = 1,83 \cdot \gamma(\text{P-G})_{\text{voda}}$$

Nakon ekstrakcije koncentracije Penicilina G u otapalima mogu se prikazati ovako:

$$\gamma(\text{P-G})_{\text{oktanol}} = x \quad \text{i} \quad \gamma(\text{P-G})_{\text{voda}} = 210,0 \text{ mg dm}^{-3} - x$$

Jednadžba koja prikazuje topljivost Penicilina G može se preurediti i riješiti:

$$x = 1,83 \cdot (210 \text{ mg dm}^{-3} - x)$$

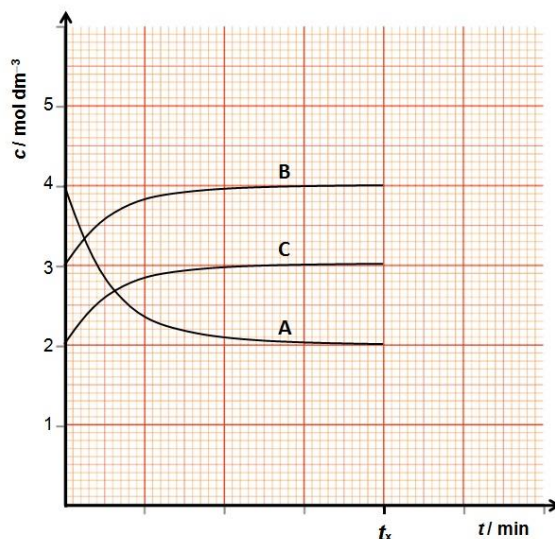
$$x = 135,8 \text{ mg dm}^{-3}$$

Zaključimo da su nakon ekstrakcije koncentracije Penicilina G u oktanolu i u vodi:

$$\gamma(\text{P-G})_{\text{oktanol}} = 135,8 \text{ mg dm}^{-3} \quad \text{i} \quad \gamma(\text{P-G})_{\text{voda}} = 74,2 \text{ mg dm}^{-3}$$

Točan odgovor je **D.**

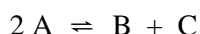
5. Dijagram prikazuje uspostavljanje kemijske ravnoteže za neku reakciju. Kolika bi trebala biti koncentracija tvari **B**_x trenutku **t_x** da bi se pri konstantnoj temperaturi i tlaku uspostavila nova ravnoteža u kojoj će koncentracija tvari **C** biti 2 mol dm⁻³?



| | | | | |
|--|--|---|---|--|
| A.
$c_x(\text{B}) = 6 \text{ mol dm}^{-3}$ | B.
$c_x(\text{B}) = 7 \text{ mol dm}^{-3}$ | C.
$c_x(\text{B}) = 24 \text{ mol dm}^{-3}$ | D.
$c_x(\text{B}) = 25 \text{ mol dm}^{-3}$ | E. Ne želimo odgovoriti na pitanje. |
|--|--|---|---|--|

Rješenje:

Napišimo jednadžbu kemijske reakcije prikazane dijagramom i izračunajmo za nju konstantu ravnoteže.



Koncentracije tvari A, B i C u ravnoteži očitajmo iz dijagrama.

$$[\text{A}] = 2 \text{ mol dm}^{-3} \quad [\text{B}] = 4 \text{ mol dm}^{-3} \quad [\text{C}] = 3 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_c = \frac{[\text{B}][\text{C}]}{[\text{A}]^2} = \frac{4 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 3 \text{ mol dm}^{-3}}{[2 \text{ mol dm}^{-3}]^2} = 3$$

Primijetimo da će u novoj ravnoteži doći do smanjenja koncentracije tvari **C**, te će ona iznositi 2 mol dm⁻³.

Dakle, u trenutku **t_x** treba dodati u sustav novu količinu tvari **B**, što će uzrokovati pomak ravnoteže u lijevo. U novoj ravnoteži povećati će se koncentracija tvari **A**, a smanjiti koncentracije tvari **B** i **C**. Kako se nova ravnoteža uspostavila pri konstantnoj temperaturi i tlaku konstanta ravnoteže će imati jednaku vrijednost.

Prikažimo podatke za obje ravnoteže u tablici:

| | [A] / mol dm ⁻³ | [B] / mol dm ⁻³ | [C] / mol dm ⁻³ |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| RAVNOTEŽA 1 | 2 | 4 | 3 |
| promjena koncentracije
(prema omjeru množina tvari u jednadžbi kemijske reakcije) | +2 | $x - 1$ | -1 |
| RAVNOTEŽA 2 | 4 | $x - 1$ | 2 |

$$3 = \frac{[\text{B}][\text{C}]}{[\text{A}]^2} = \frac{[c_x(\text{B}) - 1][\text{C}]}{[\text{A}]^2} = \frac{(x - 1 \text{ mol dm}^{-3}) \cdot 2 \text{ mol dm}^{-3}}{(4 \text{ mol dm}^{-3})^2}$$

$$c_x(\text{B}) = 25 \text{ mol dm}^{-3}$$

Točan odgovor je **D**.