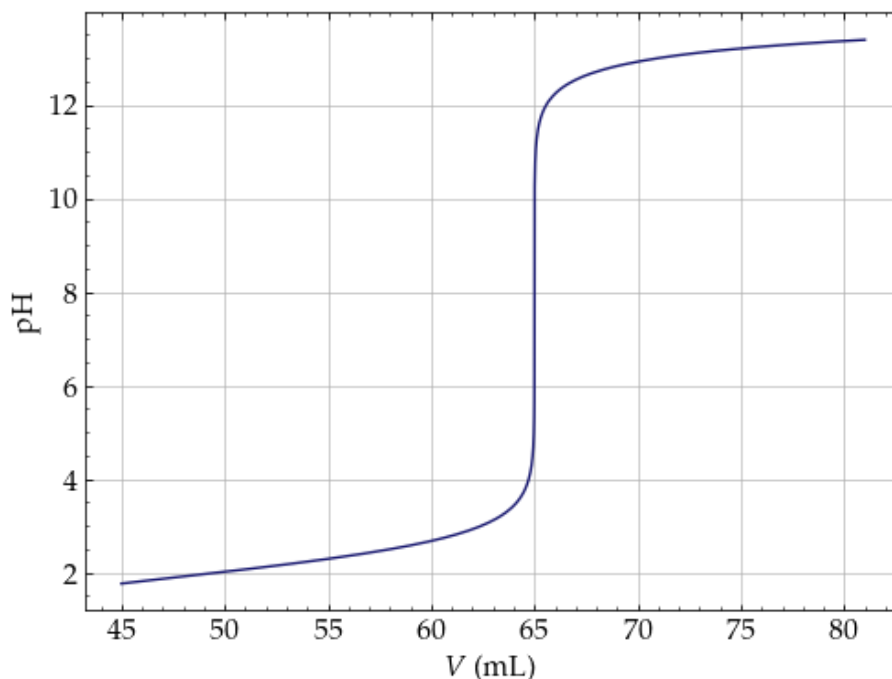




## Zimsko kolo 2022./2023.

### M – F – K

M-F-K. 4.r. Vodena otopina sumporne kiseline stavljena je u cilindričnu cijev radijusa 2 cm. Cijev je postavljena horizontalno na stol te su na oba kraja postavljene elektrode između kojih je nametnuta konstantna razlika potencijala zbog čega dolazi do toka električne struje. Koncentracija otopine u cijevi određena je metodom titracije pomoću koncentrirane natrijeve lužine koncentracije  $2 \text{ mol L}^{-1}$ , pri čemu je korišten uzorak od 50 mL. Titracijska je krivulja prikazana na grafu. Poznato je da su srednje brzine pozitivnih iona u otopini  $0,23 \text{ mm s}^{-1}$ , a negativnih  $0,1 \text{ mm s}^{-1}$ . Koliki je ukupni iznos jakosti električne struje kroz cijev? Pretpostavite da sumporna kiselina u potpunosti disocira u vodi.



A.	B.	C.	D.	E. ne želimo odgovoriti na pitanje
40,92 mA	67,68 mA	88,15 mA	103,89	

Rješenje:

$$c(\text{NaOH}) = 2 \text{ mol L}^{-1}$$

$$V(\text{uzorak}) = 50 \text{ mL}$$

$$V(\text{NaOH}) = ?$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = ?$$

$$r = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$$v^+ = 0,23 \text{ } \mu\text{m s}^{-1}$$

$$v^- = 0,1 \text{ } \mu\text{m s}^{-1}$$

$$I = ?$$

Iz titracijske krivulje možemo odrediti volumen natrijeve lužine korištene za neutralizaciju uzorka otopine sumporne kiseline. U trenutku kada je uzorak postao neutralan, sva je sumporna kiselina reagirala s natrijevom lužinom. pH neutralne otopine iznosi 7, stoga je volumen natrijeve lužine  $V(\text{NaOH}) = 65 \text{ mL}$ .

Jednadžba kemijske reakcije neutralizacije jest:  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

Iz gornje kemijske jednadžbe možemo pisati omjer množina potrebnih za potpunu neutralizaciju.

$$\frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{NaOH})} = \frac{1}{2} \quad \Leftrightarrow \quad n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2}n(\text{NaOH})$$

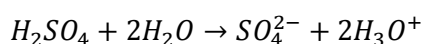
Množinu pojedine tvari možemo izraziti preko koncentracije i volumena otopine  $n = cV$ , dakle, vrijedi sljedeći izraz.

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{uzorak}) = \frac{1}{2}c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2}c(\text{NaOH}) \cdot \frac{V(\text{NaOH})}{V(\text{uzorak})} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \frac{65}{50} \text{ mol L}^{-1} = 1,3 \text{ mol L}^{-1} = 1300 \text{ mol m}^{-3}$$

Općenita formula za jakost struje glasi  $I = n_{br} \cdot q \cdot S \cdot v$ , gdje su  $n_{br}$ ,  $q$ ,  $S$ ,  $v$  redom brojeva gustoća naboja, iznos naboja, površina poprečnog presjeka i brzina naboja.

U našoj otopini imamo dvije vrste naboja čiji omjer možemo izračunati iz jednadžbe disocijacije:



Vrijede sljedeći omjeri množina.

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

Brojeve gustoće pojedinih naboja možemo dobiti na sljedeći način.

$$n_{br} = \frac{N}{V} = \frac{n \cdot N_A}{V} = c \cdot N_A$$

Dakle, brojeve gustoće naših iona su:

$$n_{br}(\text{SO}_4^{2-}) = c(\text{SO}_4^{2-}) \cdot N_A = c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot N_A$$

$$n_{br}(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot N_A = 2c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot N_A$$

Ukupnu struju možemo razmatrati kao dvije struje – struju pozitivnih i struju negativnih iona. Negativni se ioni kreću u suprotnom smjeru od pozitivnih pod utjecajem jednakog napona, no budući da imaju upravo suprotni naboj, dvije se struje zbrajaju. Uz to, treba još uzeti u obzir da naši negativni ioni imaju duplo manji naboj od pozitivnih, odnosno, naboj sulfatnih iona je  $2e$ , a naboj oksonijevih  $e$ . Možemo pisati sljedeći izraz za ukupnu struju.

$$I = c(H_2SO_4) \cdot N_A \cdot 2e \cdot r^2 \pi \cdot v^+ + 2c(H_2SO_4) \cdot N_A \cdot e \cdot r^2 \pi \cdot v^-$$

$$I = 2c(H_2SO_4) \cdot N_A \cdot e \cdot r^2 \pi (v^+ + v^-)$$

$$I = 2 \cdot 1300 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,02^2 \cdot \pi \cdot (0,23 + 0,1) \cdot 10^{-6} \text{ A} = 0,103886 \text{ A} = 103,89 \text{ mA}$$

Točan odgovor je **D**.