

ПРВИ РАЗРЕД

I-1.

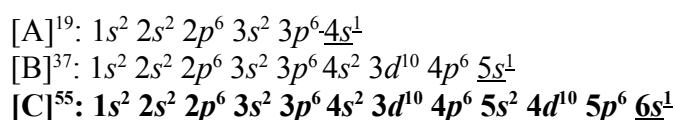
Запремина хелијума који се налази у цилиндру при атмосферском притиску може се добити употребом Бојл-Мариотовог закона

$$V_2 = (p_1 \cdot V_1)/p_2 = (160 \text{ atm} \cdot 12,0 \text{ L})/(1 \text{ atm}) = 1920 \text{ L}.$$

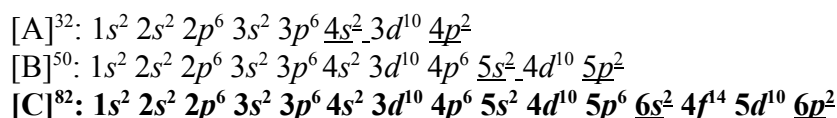
Међутим, један део ове запремине је неупотребљив јер цилиндар не може да пуни балоне када притисак у њему опадне на $p = 1 \text{ atm}$. Тада се гасном цилиндру налази још 12 L хелијума на $p = 1 \text{ atm}$. Дакле, запремина од $V = 1920 \text{ L} - 12 \text{ L} = 1908 \text{ L}$ може се искористити за пуњење балона, а број балона од 3,00 L који се може напунити је $V/V_{\text{балона}} = 1908 \text{ L}/(3,00 \text{ L}) = 636$.

I-2.

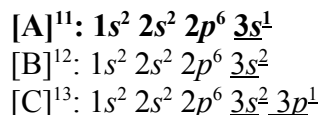
а) На основу електронских конфигурација јасно је да сви елементи из низа елемената са редним бројевима 19, 37 и 55 припадају првој групи периодног система и да сви показују метална својства. Међутим, како метална својства све израженија дуж групе, елемент са највећим редним бројем (55), који се налази у шестој групи периодног система, има најизраженија метална својства.



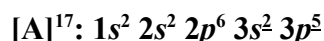
И елементи из низа са редним бројевима 32, 50 и 82, припадају истој (четвртој) групи, па је и у овом случају, елемент са највећим редним бројем има и најизраженија метална својства.

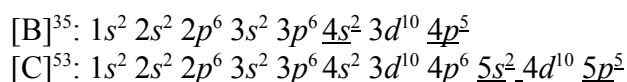


Са друге стране, сви елементи из низа елемената са редним бројевима 11, 12 и 13 припадају трећој периоди, а различитим групама (првој, другој и трећој). Како метални карактер елемената опада дуж периоде, најизраженија метална својства има елемент са редним бројем 11 који се налази првој групи периодног система.

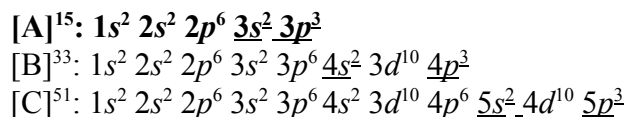


б) За разлику од металних својстава, неметална својства елемената опадају дуж исте групе периодног система. Како сви елементи из низа са редним бројевима 17, 35 и 55 припадају седмој групи периодног система, елемент са најмањим редним бројем (17), показује најизраженија неметална својства.

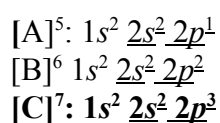




Исто важи и из елементе низа са редним бројевима 15, 33 и 51 који припадају петој групи периодног система.



Са друге стране неметална својства елемената су израженија дуж исте периоде, па у низу елемената са редним бројевима 5, 6 и 7, најизраженија неметална својства има елемент са највећим редним бројем који припада петој групи.

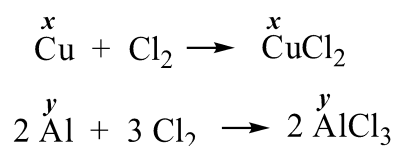


I-3, II-16, III-3

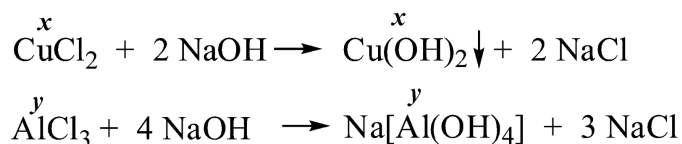
Непознати елемент није литијум (јер је атомски број већи од 4) и није смештен у периодама 1 и 2 периодног система. То такође значи да елемент има паран атомски број – као што је у задатку напоменуто, елементи са непарним бројем протона немају стабилне изотопе парне масе. Земноалкални метали (попут баријума и магнезијума) имају више стабилних изотопа, али у валентном нивоу немају p електроне. Алуминијум има p електроне, али и непаран атомски број (што значи да има само један стабилан изотоп). Једино решење задатка је калај – елемент у петој периоди и 14. групи ПСЕ. Обратите пажњу да калај поседује потпуно попуњене $4d$ орбитале које не могу да учествују у реакцијама и да се стога електрони из ових орбитала не сматрају валентним.

I-4, II-13, III/IV-4.

Када се над растопљеном смесом бакра (x mol) и алуминијума (y mol) пропушта хлор долази до грађења бакар(II)- и алуминијум(III)-хлорида, који су растворни у води:



При додатку вишка раствора NaOH долази до издвајања талога бакар(II)-хидроксида. Алуминијум(III)-хидроксид је амфотеран, па се раствара у присуству вишка хидроксида, дајући одговарајући алуминат:



Током жарења се бакар(II)-хидроксид разлаже на бакар(II)-оксид и воду, па добијена маса талога од 15,9 g представља масу бакар(II)-оксида ($m(CuO)$):

$$n(^{17}\text{O}-^{18}\text{O}) = x(^{17}\text{O}-^{18}\text{O}) \cdot n(\text{O}_2) = 1,568 \cdot 10^{-6} \cdot 1,456 \cdot 10^6 \text{ mol} = 2,28 \text{ mol}.$$

Одговарајући број молекула $^{17}\text{O}-^{18}\text{O}$ је онда:

$$N(^{17}\text{O}-^{18}\text{O}) = n(^{17}\text{O}-^{18}\text{O}) \cdot N_A = 2,28 \text{ mol} \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1,37 \cdot 10^{24}$$

I-7, II-12.

а) Претпоставимо да је маса смесе цементита и гвожђа $m_s = 100 \text{ g}$. Тада се у овој смеши налази $m(\text{C}) = \omega(\text{C}) \cdot m_s = 0,042 \cdot 100 \text{ g} = 4,2 \text{ g}$ угљеника. Како број молова цементита (Fe_3C) у смеши одговара броју молова угљеника:

$$n(\text{Fe}_3\text{C}) = n(\text{C}) = m(\text{C})/Ar(\text{C}) = 4,2 \text{ g} / 12 \text{ g mol}^{-1} = 0,35 \text{ mol},$$

лако се може одредити маса цементита у смеши:

$$m(\text{Fe}_3\text{C}) = n(\text{Fe}_3\text{C}) \cdot Mr(\text{Fe}_3\text{C}) = 0,35 \text{ mol} \cdot 180 \text{ g mol}^{-1} = 63 \text{ g},$$

што значи да је масени удео Fe_3C у смеси:

$$\omega(\text{Fe}_3\text{C}) = m(\text{Fe}_3\text{C}) / m_s \cdot 100\% = 63 \text{ g} / 100 \text{ g} \cdot 100\% = 63,0\%.$$

б) Маса гвожђа у смеси је:

$$m(\text{Fe}) = m_s - m(\text{Fe}_3\text{C}) = 100 \text{ g} - 63 \text{ g} = 37 \text{ g},$$

па је број молова гвожђа у смеси:

$$n(\text{Fe}) = m(\text{Fe})/Ar(\text{Fe}) = 37 \text{ g} / 56 \text{ g mol}^{-1} = 0,66 \text{ mol}.$$

Одатле је молски удео Fe_3C у смеси:

$$x(\text{Fe}_3\text{C}) = n(\text{Fe}_3\text{C}) / [n(\text{Fe}_3\text{C}) + n(\text{Fe})] \cdot 100 = 0,35 / [0,35 + 0,66] \cdot 100 = 34,6\%$$

I-8, II-7, III/IV-3.

Како су стандарде енталпије настајања елемената, $\Delta_f H^\circ(\text{O}_2)$ и $\Delta_f H^\circ(\text{S})$, једнаке нули, енталпија реакције $2 \text{ S(s)} + 3 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ SO}_3(\text{g})$ је:

$$\Delta_r H^\circ = 2 \cdot \Delta_f H^\circ(\text{SO}_3),$$

одакле се може израчунати стандардна енталпија настајања SO_3 :

$$\Delta_f H^\circ(\text{SO}_3) = \Delta_r H^\circ / 2 = (-832 \text{ kJ/mol})/2 = -416 \text{ kJ/mol}.$$

Аналогно овоме, енталпија реакције $2 \text{ SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ SO}_3(\text{g})$ је:

$$\Delta_r H^\circ = 2 \cdot \Delta_f H^\circ(\text{SO}_3) - 2 \cdot \Delta_f H^\circ(\text{SO}_2),$$

одакле је стандардна енталпија настајања SO_2 :

$$\Delta_f H^\circ(\text{SO}_2) = \frac{1}{2} \cdot [2 \cdot \Delta_f H^\circ(\text{SO}_3) - \Delta_f H^\circ] = \Delta_f H^\circ(\text{SO}_3) - \frac{1}{2} \Delta_f H^\circ \\ = -416 \text{ kJ/mol} - \frac{1}{2} (-270 \text{ kJ/mol}) = -281 \text{ kJ/mol}.$$

I-9, II-1, III/IV-13.

Катализоване су оне реакције чији изрази за брзину реакције садрже врсте које нису међу реактантима или производима – то су а) (киселина протонује карбонилни кисеоник естра и тако га чини електрофилнијим) и в) (у току реакције водоник се везује за површину платине).

I-10, II-20.

Брзина реакције одређена је брзином најспоријег корака. У случају а) то је трећи корак, то јест $v = k_1[\text{Cl}_3][\text{CO}]$. Врста Cl_3 се не јавља у изразу за брзину, али $[\text{Cl}_3]$ може да се изрази преко константи равнотежа прва два корака механизма и $[\text{Cl}_2]$. $K_1 = [\text{Cl}][\text{Cl}_2]^{-1/2}$, $K_2 = [\text{Cl}_3][\text{Cl}_2]^{-1}[\text{Cl}]^{-1}$, $[\text{Cl}_3] = K_2[\text{Cl}_2][\text{Cl}]$, а $[\text{Cl}] = K_1[\text{Cl}_2]^{1/2}$. Концентрација Cl_3 је $[\text{Cl}_3] = K_1 K_2 [\text{Cl}_2]^{3/2}$, а израз за брзину постаје $v = k[\text{Cl}_2]^{3/2}[\text{CO}]$, где је $k = k_1 K_1 K_2$.

б) Најспорији је први први корак, а израз за брзину сагласан са овим механизмом био би $v = k[\text{Cl}_2][\text{CO}]$.

в) $v = k_1[\text{COCl}][\text{Cl}_2]$; $K_1 = [\text{Cl}][\text{Cl}_2]^{-1/2}$; $K_2 = [\text{COCl}][\text{Cl}]^{-1}[\text{CO}]^{-1}$; $[\text{COCl}] = K_2[\text{Cl}][\text{CO}]$; $[\text{Cl}] = K_1[\text{Cl}_2]^{1/2}$; $[\text{COCl}] = K_1 K_2 [\text{CO}][\text{Cl}_2]^{1/2}$; $v = k[\text{Cl}_2]^{3/2}[\text{CO}]$, где је $k = k_1 K_1 K_2$.

г) $v = k_1[\text{COCl}][\text{Cl}_2]$; $K_1 = [\text{COCl}][\text{Cl}][\text{Cl}_2]^{-1}[\text{CO}]^{-1}$; $[\text{COCl}] = K_1[\text{Cl}_2][\text{CO}][\text{Cl}]^{-1}$.

Са изразом за брзину реакције слажу се механизми а) и в).

I-11, III/IV-14.

Број σ веза Het-H (Het = атом који није водоник) је једнак броју водоникових атома (H), а број σ веза Het-Het је за 1 мањи од броја атома који нису водоници, односно $A-H-1$. Укупан број σ веза у молекулу је $A-H-1 + H = A-1$.

Да атоми који чине молекул нису повезани хемијским везама, укупан број валентних електрона био би $8 \times (A-H) + 2H = 8A - 6H$. Број је мањи – свака веза (σ или π) умањује овај број за 2 па је укупан број веза у молекулу $(8A - 6H - E)/2$. Број π веза једнак је разлици укупног броја веза и броја σ веза, то јест, $(8A - 6H - E)/2 - (A-1)$. Сређивањем овог израза добија се бр. π веза = $3(A-H) - E/2 + 1$.

I-12, II-10, III/IV-11.

а) маса $\text{NaOH} = (0,005 \text{ M}) \times (0,5 \text{ dm}^3) \times (40 \text{ g mol}^{-1}) = 0,1 \text{ g}$.

б) маса $\text{NaOH}/(\text{маса NaOH} + 500 \text{ g}) = 0,02$. Решавањем једначине добија се маса $\text{NaOH} = 10,2 \text{ g}$.

I-13, II-3.

Како је растворљивост алуминијум-сулфата у води на 80°C $R_{80^\circ\text{C}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 73 \text{ g}$ у 100 грама воде, маса (m_l) алуминијум-сулфата која се налази у 150 g раствора (m_r) алуминијум-сулфата засићеног на 80°C се може одредити на основу следеће једначине:

$$R_{80^\circ\text{C}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : [(R_{80^\circ\text{C}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) + m(\text{H}_2\text{O}))] = m_l(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : m_r \text{ тј.}$$

$$73 \text{ g} : [73 \text{ g} + 100 \text{ g}] = m_1(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : 150 \text{ g},$$

одакле је $m_1(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 63,3 \text{ g}$.

Уколико претпоставимо да је приликом хлађења овог раствора на 20°C изкристалисало m грама алуминијум-сулфата октадекахидрата, тада је маса ратвора $m_{r2} = 150 \text{ g} - m$, док је маса алуминијум-сулфата (m_2) која је преостала у раствору:

$$m_2(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = m_1(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) - m \cdot Mr(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) / Mr(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O})$$

$$m_2(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 63,3 \text{ g} - m \cdot 342 \text{ g mol}^{-1} / 666 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m_2(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 63,3 \text{ g} - 0,51 \cdot m.$$

Како је растворљивост алуминијум-сулфата у води на 20°C $R_{20^\circ\text{C}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 36,4 \text{ g}$ у 100 грама воде, можемо да поставимо следећу пропорцију:

$$R_{20^\circ\text{C}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : [(R_{20^\circ\text{C}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) + m(\text{H}_2\text{O}))] = m_2(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : m_{r2} \text{ тј.}$$

$$36,4 \text{ g} : [100 \text{ g} + 36,4 \text{ g}] = [63,3 \text{ g} - 0,51 \cdot m] : [150 \text{ g} - m],$$

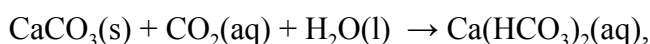
одакле се добија да је маса алуминијум-сулфата октадекахидрата која је искристалисала $m = 95,6 \text{ g}$ (за 0,51), 94,3478 g (за 0,51351)

I-14, II-4, III/IV-1.

Маса полимера у одмереној смеши пре сушења износи $(1,0000 - 0,9904) \times 10,154 = 97,48 \text{ mg}$. Након сушења удео полимера је $100 - 98,01 = 1,99\%$, а маса система полимер/вода је $0,9748/(0,0199) = 4,898 \text{ g}$. Ово решење делује контраинтуитивно јер смањење удела воде од 1,03% узрокује смањење укупне масе за $(10,1540 - 4,8980) \text{ g} = 5,256 \text{ g}$, међутим, у питању је познати математички парадокс под називом *Potato Paradox*.

I-15, II-5, III/IV-7.

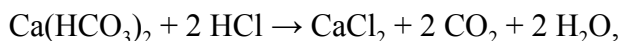
При проласку воде кроз кречњак (CaCO_3) у присуству угљен-диоксида долази до растварања кречњачких стена према следећој реакцији:



што значи да је со присутна у узорку воде који је титрован калцијум-хидрогенкарбонат.

При титрацији је укупно потрошено $n(\text{HCl}) = V(\text{HCl}) \cdot c(\text{HCl}) = 0,0045 \text{ dm}^3 \cdot 0,0889 \text{ mol/dm}^3 = 0,0004 \text{ mol}$ хлороводоничне киселине.

Реакција титрације се одвија према следећој једначини:

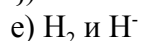
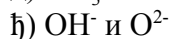
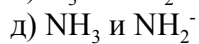
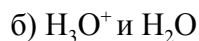


па је број молова калцијум-хидрогенкарбонат у узорку воде $n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = \frac{1}{2} n(\text{HCl}) = 0,0002 \text{ mol}$. Тада је масена концентрација $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ у овом узорку воде:

$$\gamma(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2)/V_{\text{узорка}} = n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) \cdot Mr(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) / V_{\text{узорка}} = 0,0002 \text{ mol} \cdot 162 \text{ g mol}^{-1} / 0,1 \text{ dm}^3 = 0,324 \text{ g dm}^{-3} = 324 \text{ mg dm}^{-3}.$$

I-16, II-5, III/IV-7.

Киселинско-базни пар чине киселина и њена коњугована база која настаје када киселина донира свој протон (H^+), или база и њена коњугована киселина која настаје када база веже протон (H^+). Сходно томе, од примера датих у задатку киселинско-базне парове представљају:

**I-17.**

а) $HClO_4$ (По Полинговом правилу киселост се повећава са бројем оксо група), б) HI (киселост расте дуж групе) в) H_2S (киселост расте са повећањем електронегативности).

I-18, II-17, III/IV-6.

-1/8 сваког атома који се налази на рогљу налази се унутар ћелије, док је остатак ван;

-1/4 сваког атома који се налази на ивици је унутар ћелије, док је остатак ван;

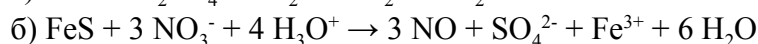
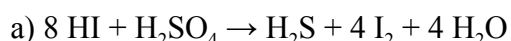
-1/2 сваког атома који се налази на страници је унутар ћелије, док је остатак ван.

Ћелија садржи 16 атома О (сви унутар ћелије), 4 W (1 у ћелији + 4 на страницама + 8 на рогљевима, $1 + 4 \times \frac{1}{2} + 8 \times \frac{1}{8}$) и 4 Са (6 на страницама и 4 на ивицама, $6 \times \frac{1}{2} + 4 \times \frac{1}{4}$). Формула шеелита је $Ca_4W_4O_{16}$, односно $CaWO_4$.

Запремина јединичне ћелије је $0,524 \text{ nm} \times 0,524 \text{ nm} \times 1,137 \text{ nm} = 3,122 \times 10^{-28} \text{ m}^3 = 3,122 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$. Маса ћелије је $4 \times 288 \text{ g mol}^{-1} / 6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1,913 \times 10^{-21} \text{ g}$, а густина = $1,913 \times 10^{-21} \text{ g} / 3,122 \times 10^{-22} \text{ cm}^3 = 6.13 \text{ g cm}^{-3}$.

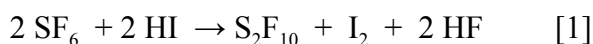
I-19, II-2.

$[OH^-] = (0,05 \times 1,75 \times 10^{-5})^{1/2} = 9,35 \times 10^{-4}$, $pOH = -\log[OH^-] = 3.03$, $pH = 10.97$.

I-20.**ДРУГИ РАЗРЕД****II-6, III/IV-9.**

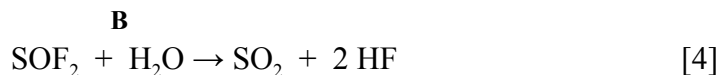
У задатку се одвија следећи низ реакција:

А



А

Б



II-8, III/IV-10. Како се као једини производ реакције добија хлорид стартног метала у коме је дошло до смањења оксидационог броја метала, евидентно је да супстанца А мора бити тај исти метал у елементарном облику. Једини метал који се на 80 °C налази у течном агрегатном стању је галијум, па једначина поприма облик:



Број молова Ga, у коме је растворен $\text{Ga}_n\text{Cl}_{a+2}$, је $n(\text{Ga}) = m(\text{Ga})/Ar(\text{Ga}) = 7 \text{ g} / 70 \text{ g mol}^{-1} = 0,1 \text{ mol}$. У реакционој смеши се налазио и исти број молова $\text{Ga}_n\text{Cl}_{a+2}$. Масу $\text{Ga}_n\text{Cl}_{a+2}$ која је растворена у галијуму можемо израчунати на основу закона и одржању масе:

$$\begin{aligned} m(\text{Ga}) + m(\text{Ga}_n\text{Cl}_{a+2}) &= m(\text{Ga}_n\text{Cl}) \text{ тј.} \\ m(\text{Ga}_n\text{Cl}_{a+2}) &= m(\text{Ga}_n\text{Cl}) - m(\text{Ga}) = 42,3 \text{ g} - 7 \text{ g} = 35,3 \text{ g.} \end{aligned}$$

Сада је могуће израчунати и моларну масу $\text{Ga}_n\text{Cl}_{a+2}$:

$$Mr(\text{Ga}_n\text{Cl}_{a+2}) = m(\text{Ga}_n\text{Cl}_{a+2}) / n(\text{Ga}_n\text{Cl}_{a+2}) = 35,3 \text{ g} / 0,1 \text{ mol} = 353 \text{ g mol}^{-1}.$$

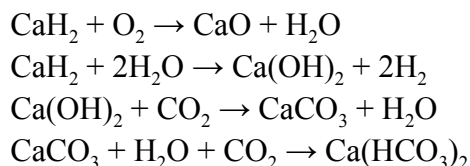
Одатле следи да је:

$$n \cdot 70 + (a + 2) \cdot 35,5 = 353,$$

где n и a треба да буду цели бројеви за које важи да је $n/a \leq 2$. Дати услови су једино испуњењи када је $n = 2$ и $a = 4$, па је реч о Ga_2Cl_6 и Ga_2Cl_4 .

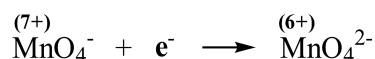
II-9, III/IV-5.

Сагоревањем једињења X настају вода и метални (базни) оксид, тако да X садржи атоме неког од алкалних (или земноалкалних) метала и водоника, односно ради се о металном хидриду ($2\text{MH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{M}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$). То потврђује и егзотермна реакција металних хидрида са водом – производи реакције су хидроксид и водоник (лаки гас) ($\text{MH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MOH} + \text{H}_2$). У реакцији хидроксида и угљен-диоксида настаје најпре карбонат, а у вишку CO_2 добија се бикарбонат. Карбонати алкалних метала растворни су у води, али калцијум-хидроксид са CO_2 даје нерастворни CaCO_3 , који се наставком увођења угљен-диоксида преводи у растворни калцијум-хидрогенкарбонат. Једињење X је, према томе CaH_2 , а реакције су:



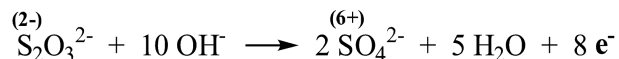
II-14.

У јако базној средини перманганати се редукују до манганата, што се може представити следећом полуреакцијом:

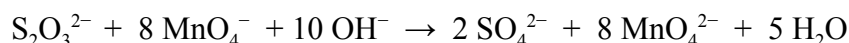


Оксидациони бројеви атома сумпора у тиосулфату се међусобно разликују. „Унутрашњи“ атом сумпора, који је везан за кисеонике има оксидациони број 6+, док „спољашњи“ атом сумпора има оксидациони број 2-.

На основу датих вредности запремина и концентрација раствора тиосулфата и перманганата, може се израчунати да је током титрације изреаговало $n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) \cdot c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,01 \text{ dm}^3 \cdot 0,01 \text{ mol/dm}^3 = 0,0001 \text{ mol}$ тиосулфата са $n(\text{KMnO}_4^-) = V(\text{KMnO}_4^-) \cdot c(\text{KMnO}_4^-) = 0,01 \text{ dm}^3 \cdot 0,08 \text{ mol/dm}^3 = 0,0008 \text{ mol}$ перманганата. Односно, према траженој реакцији треба да реагује 8 молова перманганата са једним молем тиосулфата. То значи и да је током ове реакције оксидо-редукције размењено укупно 8 електрона тј. да се тиосулфат оксидовао до сулфата (и отпустио 8 електрона) према следећој полуреакцији:



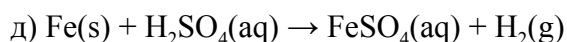
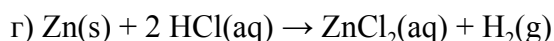
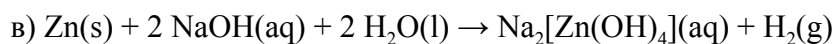
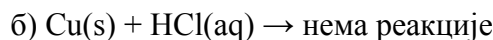
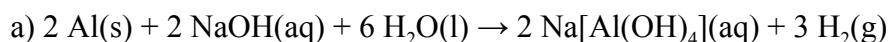
Дакле укупна једначина реакције у јонском облику је:



ТРЕЋИ РАЗРЕД

III/IV-8.

Размотримо прво које од предложених почетних супстанци уопште могу реакцијом да произведу водоник:



Дакле, б) не може бити тачан одговор. Затим је неопходно размотрити положај пријемног суда за скупљање водоника. Пријемни суд мора бити постављен отвором на

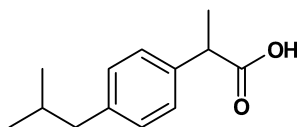
доле јер је водоник много лакши од ваздуха (услед мале моларне масе) и у супротном га је немогуће сакупити. Управо зато ни одговор под а), такође, не може бити тачан. С обзиром да је водоник неполаран молекул, провођење гаса кроз водену испираницу би свакако омогућило отклањање водорастворних примеса (мада је ово много важније у случају када се за генерисање водоника користи киселина). Такође, најпожељније је постепено додавати течни реагенс левком за докапавање, и то из више разлога. Реакција стварања водоника почиње одмах по контакту два реагенса, а на илустрацијама г) и д) неопходно је накнадно склопити апаратуру након додавања реагенса. Додавање течног реагенса у капима омогућава и бољу контролу реакционе температуре с обзиром да су ове реакције егзотермне природе. Имајући све ово у виду, тачан одговор је в).

III-15.

На основу парцијалног назива једињења могуће је закључити следеће:

- 1) У називу се појављује дескриптор *p*- (*para*), што указује да једињење садржи дисупституисано ароматично бензеново језгро;
- 2) Један од супституената на језгру је алифатична алкил група чији назив почиње на *изо*- (то може бити изопропил-, изобутил-, изопентил- итд.).
- 3) Једињење садржи хирални центар;
- 4) Једињење је органска монокиселина (пропенска или пропанска).

За титрацију 1 g супстанце утрошено је 4,85 mmol натријум-хидроксида. С обзиром да монокиселина и јака база реагују у односу 1:1, моларна маса непознате супстанце је $1/(0,00485) = 206 \text{ g mol}^{-1}$. Једињење садржи $206 \times 0,155 / 16 =$ два атома кисеоника (из карбоксилне групе). Од укупне моларне масе, 45 „отпада“ на карбоксилну групу, а још 76 на дисупституисано бензеново језгро. Остатак масе износи $206 - 45 - 76 = 85$, што се може представити као 6 угљеникових и 13 водоникових атома. Нето формула једињења је $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$. Степен незасићења је 5, што значи да сем бензеновог језгра и карбоксилне групе нема других незасићења. Од 13 угљеника 3 припада низу пропанске киселине, 6 бензеновом прстену, а преостали угљеници (4) алкил- супституенту бензена. Коначно можемо да представимо пуну формулу једињења – ради се о пропанској киселини која у положају два има 4-изобутилфенил- групу као супституент, односно „(+)-2-(*p*-izobutilfenil)-propanaska kiselina“. То је један од два енантиомера познатог аналгетика бруфена. Напомена: знак оптичке ротације није довољан да би се одредила стереохемија угљеника C-2.



III-16.

За реакцију $\text{BnOH} + \text{AcOH} = \text{BnOAc} + \text{H}_2\text{O}$ константа равнотеже је:

$$K = [\text{BnOAc}][\text{H}_2\text{O}][\text{BnOH}]^{-1}[\text{AcOH}]^{-1},$$

где су величине у заградама концентрације (или количине) реактаната и производа након што се постигне равнотежа. Како је $[BnOAc] = [H_2O]$ и $[BnOH] = [AcOH]$, израз постаје:

$$K = [BnOAc]^2[BnOH]^{-2} = P(BnOAc)^2 \cdot P(BnOH)^{-2}$$

Из табеле се види да се однос количина бензил-ацетата и бензил-алкохола мења са временом: после мешања износи - 9×10^{-3} , после два сата - 0,98, после четири сата - 1,59, после шест сати - 1,86, после осам сати - 2,38, после десет сати - 2,38, и након обраде реакције - 3,51. Равнотежа је постигнута након осам сати (јер количине реактаната и производа од тог тренутка надаље остају непромењене), па је константа равнотеже $K = 2,38^2 = 5,66$. Обратите пажњу на то да однос $[BnOAc]/[BnOH]$ након обраде реакције **није** њихов равнотежни однос и не треба да се користи за рачунање константе! Највероватније је приликом екстракције реакционе смеше један део бензил-алкохола заостао у воденом слоју.

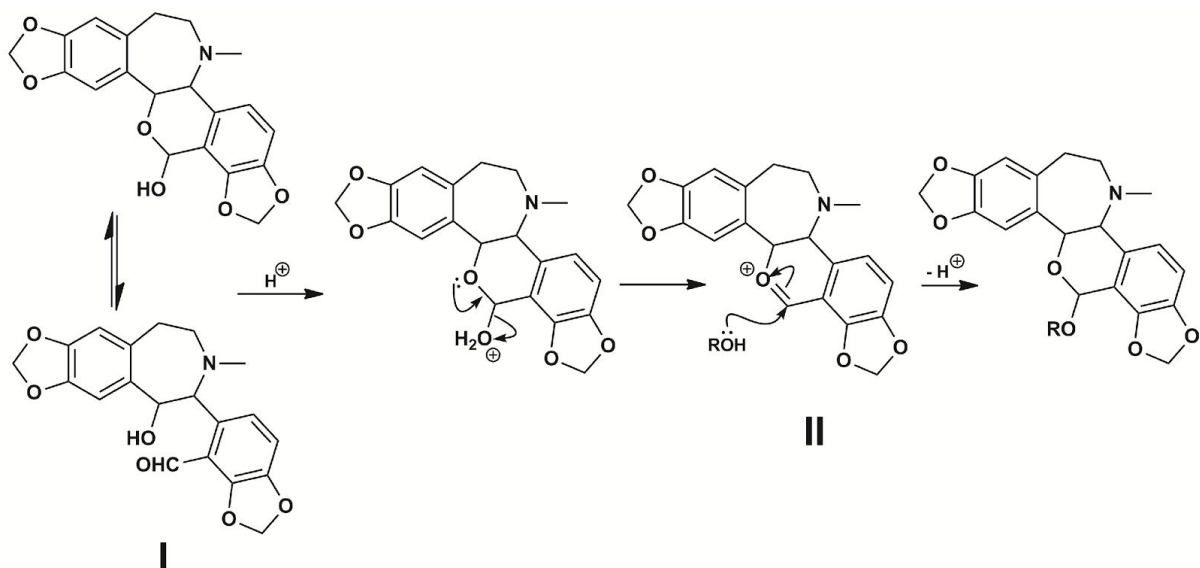
III-17.

а) Концентрација ове врсте је највећа на првој тачки еквиваленције, по додатку 10 cm^3 раствора хидроксида. Максимална концентрација: $[LeuH] = 0,005 \text{ mol}/0,06 \text{ dm}^3 = 0,0833 \text{ M}$.

б) $3,50 = 2,36 + \log ([LeuH]/[LeuH_2^+])$, односно $[LeuH]/[LeuH_2^+] = 13,8$. Како је (бр. mol $LeuH$) + (бр. mol $LeuH_2^+$) = $5,00 \times 10^{-3} \text{ mol}$, добијамо да је бр. mol $LeuH = 4,66 \times 10^{-3} \text{ mol}$, што значи да је потребно додати $4,66 \times 10^{-3} \text{ mol NaOH}$. Запремина $NaOH$ је $(4,66 \times 10^{-3} \text{ mol})/(0,5 \text{ mol/dm}^3) = 9,32 \text{ cm}^3$.

III-18.

И реадин и дубиреин садрже ацеталне угљенике. У грађењу ових ацетала учествују две алкохолне функционалне групе, једна је из самог молекула, а други молекул алкохола потиче из растварача. Када се екстракција не врши алкохомом изоловани производ је у облику хемиацетала **I** (прецизније, једињење је највероватније смеша хемиацетала и хидрокси-алдехида, погледајте схему ниже). Приликом екстракције алкохомом долази до протоновања слободне ОН групе (сам биљни материјал садржи кисела једињења који могу да отпусте овај протон), елиминацијом воде настаје интермедијерни оксонијум јон **II**, који реагује са молекулом алкохола (растварача) чиме се добијају реадин ($R = Me$) и дубиреин ($R = Et$).



III-19.

Једињење D може се идентификовати из фрагмената који се уочавају у његовом протонском спектру: две метил групе, триплети (обе поред себе имају -CH₂- групе), триплет -CH₂- групе на високом померању (које одговара померању -CH₂OCO- протона код естара), кватет -CH₂- групе (за коју је везана метил група) као и секстет -CH₂- групе (која је смештена између једне -CH₂- и једне метил групе). Тиме добијамо фрагменте CH₃CH₂- и CH₃CH₂CH₂O-. Како је једињење естар, закључујемо да је D CH₃CH₂COOCH₂CH₂CH₃, односно пропил-пропаноат. Редукција овог једињења литијум-алуминијум хидридом даје пропанол (E). Пропанол се добија и редукцијом пропанала (A) натријум-борхидридом. Оксидацијом пропанала Џоунсовим реагенсом (CrO₃) добија се пропанска киселина (B), која се дејством тионил-хлорида преводи у пропионил-хлорид (C). Пропионил-хлорид реагује са пропанолом (E) чиме се добија пропил-пропаноат (D).

III-20.

Друга реакција је најједноставнија за „дешифровање“ – из два молекула нитробензена настају два молекула органског производа, тако да је ово реакција синтеза фенилхидроксиламина А (једињења В и С су димери). Редукционо средство је очигледно цинк (два атома азота примају укупно 8 електрона. Извор електрона су 4 атома елементарног цинка Zn⁰ који се оксидују до Zn²⁺). Трећа реакција такође је очигледна – 5 атома елементарног цинка отпушта укупно 10 електрона који редукују нитробензен до 1,2-дифенилхидразина (C). Најтежи део овог задатка је идентификација редукционог средства из прве реакције, у којој настаје азоксибензен (B). Ако би коефицијенти испред PhNO₂ и PhNO=NPh били 2, односно 1, нето формула редукционог средства не би имала никаквог смисла (C₃H₁₂O₆, или 3 CH₄O₂). Ако су коефицијенти 4 и 2, формула редуктанта постаје C₃H₁₂O₃, односно 3 CH₃OH – метанол! Реакције једначина су:

