



Сојуз на хемичарите и технолозите на Македонија
Натпревари по хемија за ученици од основно и средно образование

ДРЖАВЕН НАТПРЕВАР ПО ХЕМИЈА 26 мај, 2023

- (1) Тестовите се захефтани заедно со коверти. Во секој коверт има ливче во кое треба да ги пополниш своите податоци: име и презиме, училиште, ментор, и **да го залепиш ковертот!**
- (2) Не ставај никаква ознака на тестот, ковертот или просторот за внесување на шифра (шифрата ја внесува комисијата). Доколку се забележи некаков знак на тестот или ковертот, следува дисквалификување.
- (3) Решавај го тестот користејќи **сино хемиско пенкало**, одговорите напишани со молив нема да бидат признаени.
- (4) Забранета е употреба на учебници, книги, тетратки, ливчиња, празни листови, периоден систем, мобилен телефон и сл. Мобилните телефони треба да бидат оставени на катедрата или надвор од просторијата.
- (5) **Забранет е било каков разговор** меѓу натпреварувачите. Ако имаш некое прашање, тогаш тестаторот треба да го повика одговорниот наставник.
- (6) Внимателно прочитај го тестот и одговори според барањата со внесување на **решението во предвидениот простор од задачата. Комисијата ќе ги оценува само одговорите напишани во предвидениот простор за тоа.** Празната опачина на секој лист може да се користи за слободно решавање, но тоа нема да се оценува!
- (7) Максималниот број поени што може да се освојат е 50, т.е. 40 поени од теориски проблеми и 10 поени од замислен експеримент.
- (8) **Натпреварот трае 150 минути.** Тестовите предадени по предвиденото време нема да се земат предвид за прегледување.

Ви посакуваме успех!

Пополнува комисијата

Теориски проблеми: _____

Замислен експеримент: _____

Вкупно поени: _____

Прегледал (Име и Презиме)



ТЕОРИСКИ ПРОБЛЕМИ

1. Масениот удел на кислородот во оксидот на некој едновалентен метал изнесува 25,8 %. За кој метал станува збор? $A_r(\text{O}) = 16$ (3 п)

Општата формула на оксидот на едновалентниот метал е: M_2O (1 п)

$$w(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{m(\text{M}_2\text{O})} = \frac{A_r(\text{O})}{2 \cdot A_r(\text{M}) + A_r(\text{O})} \quad (1 \text{ п})$$

$$0,258 = \frac{16}{2 \cdot A_r(\text{M}) + 16}$$

$$A_r(\text{M}) = 23 \Rightarrow \text{Металот е Na} \quad (1 \text{ п})$$

Колкава маса вода е неопходна за, од 15 g оксид на металот, да се добие раствор на негов хидроксид, со масен удел од 5 %? ($A_r(\text{H}) = 1$, $A_r(\text{O}) = 16$) (7 п)

Натриум оксид реагира со вода според следната хемиска равенка:



Вода се троши при реакцијата во која се образува NaOH, а потоа и за разредување до 5 % раствор. Масата на вода потребна за да изреагира Na_2O е:

$$n(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{m(\text{Na}_2\text{O})}{M(\text{Na}_2\text{O})} = \frac{15 \text{ g}}{62 \text{ g/mol}} = 0,24 \text{ mol} \quad (1 \text{ п})$$

$$n_1(\text{H}_2\text{O}) = 0,24 \text{ mol} \quad (1 \text{ п})$$

$$m_1(\text{H}_2\text{O}) = n_1(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,24 \text{ mol} \cdot 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 4,32 \text{ g} \quad (1 \text{ п})$$

Масата на NaOH што се добива е: $m(\text{Na}_2\text{O}) + m_1(\text{H}_2\text{O}) = 15 \text{ g} + 4,32 \text{ g} = 19,32 \text{ g}$ (закон за запазување на масата). (1 п)

Масата на вода што треба да се додаде за да се разреди NaOH до 5 % раствор може да се најде на следен начин:

$$w(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{NaOH}) + m_2(\text{H}_2\text{O})}$$

$$0,05 = \frac{19,32 \text{ g}}{19,32 \text{ g} + m_2(\text{H}_2\text{O})}$$

$$m_2(\text{H}_2\text{O}) = 367,08 \text{ g} \quad (1 \text{ п})$$

Вкупната маса на вода која треба да се додаде изнесува:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_1(\text{H}_2\text{O}) + m_2(\text{H}_2\text{O}) = 4,32 \text{ g} + 367,08 \text{ g} = 371,4 \text{ g} \quad (1 \text{ п})$$



2. Да се определи емпириската формула на оксид на азот, во кој масениот удел на азотот изнесува 30,4%! ($A_r(\text{N}) = 14$; $A_r(\text{O}) = 16$)

(4 п)

Општа формула: N_xO_y

$$w(X_i) = \frac{i \cdot A_r(X)}{M_r(\text{соединение})}$$

$$x:y = \frac{w(\text{N})}{A_r(\text{N})} : \frac{w(\text{O})}{A_r(\text{O})} \quad (1 \text{ п})$$

$$x:y = \frac{0,304}{14} : \frac{0,696}{16} \quad (2 \text{ п})$$

$$x:y = 0,0217 : 0,0435$$

$$x:y = \frac{0,0217}{0,0217} : \frac{0,0435}{0,0217}$$

$$x:y = 1 : 2 \quad (1 \text{ п})$$

Овој оксид реагира со вода при што се добива смеса од две кислородни киселини во кои валентноста на азот е III и V соодветно. Да се напише и израмни равенката на реакцијата што се случува притоа!

(1 п)



Колкав волумен од NO_2 (при стандардни услови) треба да изреагира со вода за да се добијат 500 g раствор со густина 1 g/mL, во кој концентрацијата на секоја од киселините изнесува 0,02 mol/L?

(5 п)

$$V(p - p) = \frac{m}{\rho} = \frac{500 \text{ g}}{1 \text{ g/mL}} = 500 \text{ mL} \quad (1 \text{ п})$$

$$c(\text{HNO}_3) = c(\text{HNO}_2) = 0,02 \text{ mol/L}$$

$$n(\text{HNO}_3) = n(\text{HNO}_2) = 0,02 \text{ mol/L} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,01 \text{ mol} \quad (1 \text{ п})$$

$$\frac{n(\text{NO}_2)}{n(\text{HNO}_3)} = \frac{2}{1} \Rightarrow n(\text{NO}_2) = 2n(\text{HNO}_3) = 0,02 \text{ mol} \quad (1 \text{ п})$$

$$V_m = \frac{V}{n}$$

$$V(\text{NO}_2) = n(\text{NO}_2) \cdot V_m = 0,02 \text{ mol} \cdot 22,4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 0,448 \text{ dm}^3 = 448 \text{ cm}^3 \quad (2 \text{ п})$$



3. Да се пресмета масениот удел на вода во раствор добиен со мешање на 25 g 15 % раствор од HBr и 30 g 10 % раствор од NaOH (во двата случаја се работи за масени удели). (10 п)

Равенката на реакцијата која се случува гласи:



Вкупната маса на вода во растворот е збир од масата на водата во растворите од HBr и NaOH и масата на водата добиена при реакцијата.

Масата на водата во растворот на HBr може да се најде на следен начин:

$$m(\text{HBr}, \text{p-p}) = 25 \text{ g}$$

$$w(\text{HBr}) = 15 \%$$

$$w(\text{H}_2\text{O})_{\text{HBr}} = 100 \% - 15 \% = 85 \% \quad (0,5 \text{ п})$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{HBr}} = 0,85 \cdot 25 \text{ g} = 21,25 \text{ g} \quad (0,5 \text{ п})$$

Масата на вода во растворот на NaOH може да се најде на следен начин:

$$m(\text{NaOH}, \text{p-p}) = 30 \text{ g}$$

$$w(\text{NaOH}) = 10 \%$$

$$w(\text{H}_2\text{O})_{\text{NaOH}} = 100 \% - 10 \% = 90 \% \quad (0,5 \text{ п})$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{NaOH}} = 0,90 \cdot 30 \text{ g} = 27 \text{ g} \quad (0,5 \text{ п})$$

За да се најде масата на вода која се добива при реакцијата, најпрво треба да се определат кои од двата реактанти е лимитирачки.

$$m(\text{HBr}) = m(\text{HBr}, \text{p-p}) \cdot w(\text{HBr}) = 25 \text{ g} \cdot 0,15 = 3,75 \text{ g}$$

$$n(\text{HBr}) = \frac{m(\text{HBr})}{M(\text{HBr})} = \frac{3,75 \text{ g}}{80,91 \text{ g/mol}} = 0,046 \text{ mol} \quad (1 \text{ п})$$

$$m(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}, \text{p-p}) \cdot w(\text{NaOH}) = 30 \text{ g} \cdot 0,10 = 3 \text{ g}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{3 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,075 \text{ mol} \quad (1 \text{ п})$$

$$\frac{n(\text{HBr})}{n(\text{NaOH})} = \frac{1}{1} \Rightarrow n(\text{HBr}) = n(\text{NaOH}) \Rightarrow \text{HBr е лимитирачки реактант}$$

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{HBr})} = \frac{1}{1} \quad (1 \text{ п})$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{HBr}) = 0,046 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{p-ja}} = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,046 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g/mol} = 0,83 \text{ g} \quad (1 \text{ п})$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{BK}} = m(\text{H}_2\text{O})_{\text{HBr}} + m(\text{H}_2\text{O})_{\text{NaOH}} + m(\text{H}_2\text{O})_{\text{p-ja}} = 21,25 \text{ g} + 27 \text{ g} + 0,83 \text{ g} = 49,08 \text{ g} \quad (1 \text{ п})$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})_{\text{BK}}}{m(\text{p-p})} \cdot 100 \% = \frac{m(\text{H}_2\text{O})_{\text{BK}}}{m(\text{HBr})_{\text{p-p}} + m(\text{NaOH})_{\text{p-p}}} \cdot 100 \% =$$

$$= \frac{49,08 \text{ g}}{25 \text{ g} + 30 \text{ g}} \quad (1 \text{ п})$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = 89 \% \quad (1 \text{ п})$$



4. Колку изнесуваат масените удели на јаглерод, водород и азот во едно соединение, ако е познато дека при согорување на 0,18 g од него се добиваат 0,132 g CO₂; 0,108 g H₂O и 67,2 cm³ N₂ при стандардни услови? ($A_r(\text{C}) = 12$; $A_r(\text{H}) = 1$; $A_r(\text{N}) = 14$)

(10 п)

$$\omega(\text{C}) = \underline{\hspace{2cm}}\% \quad \omega(\text{H}) = \underline{\hspace{2cm}}\% \quad \omega(\text{N}) = \underline{\hspace{2cm}}\%$$

Решение:

$$m(\text{соединение}) = 0,18 \text{ g}$$

$$m(\text{CO}_2) = 0,132 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,108 \text{ g}$$

$$V(\text{N}_2) = 67,2 \text{ cm}^3 = 0,0672 \text{ dm}^3 \quad (1 \text{ п})$$

$$\omega(\text{C}) = ?$$

$$\omega(\text{N}) = ?$$

$$\omega(\text{H}) = ?$$

$$n(\text{CO}_2) : n(\text{C}) = 1 : 1$$

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{C})$$

$$m(\text{CO}_2)/M(\text{CO}_2) = m(\text{C})/M(\text{C})$$

$$0,132 \text{ g} / 44 \text{ g/mol} = m(\text{C}) / 12 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{C}) = 0,036 \text{ g} \quad (2 \text{ п})$$

$$\omega(\text{C}) = 0,036 \text{ g} / 0,18 \text{ g} = 0,2 \cdot 100 \% = 20 \% \quad (1 \text{ п})$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{H}) = 1 : 2$$

$$2n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H})$$

$$2m(\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H})/M(\text{H})$$

$$2 \cdot 0,108 \text{ g} / 18 \text{ g/mol} = m(\text{H}) / 1 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}) = 0,012 \text{ g} \quad (2 \text{ п})$$

$$\omega(\text{H}) = 0,012 \text{ g} / 0,18 \text{ g} = 0,0667 \cdot 100 \% = 6,67 \% \quad (1 \text{ п})$$

$$n(\text{N}_2) : n(\text{N}) = 1 : 2$$

$$2n(\text{N}_2) = n(\text{N})$$

$$2V(\text{N}_2)/V_m = m(\text{N})/M(\text{N})$$

$$2 \cdot 0,0672 \text{ dm}^3 / 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol} = m(\text{N})/14 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{N}) = 0,084 \text{ g} \quad (2 \text{ п})$$

$$\omega(\text{N}) = 0,084 \text{ g} / 0,18 \text{ g} = 0,4667 \cdot 100 \% = 46,67 \% \quad (1 \text{ п})$$



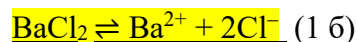
5. ЗАМИСЛЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

Хемичар треба да анализира непозната бела кристална супстанца. Забележува дека супстанцата е растворлива во вода при што се добива безбоен раствор кој го бои оксидациониот дел од пламенот на Бунзенев пламеник со зелена боја. Потоа става од водниот раствор на супстанцата во одделни перувети и забележува дека штом во растворот се додаде HCl, NH₄OH, NaOH и BaCl₂ не се забележува никаква промена, додека при додавање на K₂CrO₄ се образува жолт талог. Штом додава AgNO₃ се образувал бел талог кој не се раствора во HNO₃, а се раствора во NH₄OH.

Потоа хемичарот во голема епрувета става калциум карбонат и хлороводородна киселина и добиениот гас го спроведува во епрувета со раствор од непознатата супстанца кон кој претходно додал малку NaOH. Притоа се појавува бел талог.

А) Хемиската формула на непознатата супстанца е: **BaCl₂**, а нејзиното име по IUPAC е: **бариум хлорид (или бариум(II) хлорид)**. (2 б)

Б) Равенката на дисоцијација на непознатата супстанца во вода е:



В) Хемиската формула на образуваниот жолт талог при додавање на K₂CrO₄ е: **BaCrO₄**. (1 б)

Г) Равенката на хемиската реакција која се одвива при додавање на AgNO₃ е:



При што образуваниот талог има хемиска формула: **AgCl**. (1 б)

Д) Гасот кој се образува при реакцијата меѓу калциум карбонат и хлороводородна киселина е: **CO₂ (јаглерод диоксид)**. (1 б)

А равенката на реакцијата која притоа се одвива е:



Ѓ) Белиот талог кој се образувал при спроведување на гасот има хемиска формула:

BaCO₃ (1 б)

