

## №6 Зертханалық жұмыс Фосфор және оның қосылыстары

### Тәжірибелер:

**Аспаптар мен реактивтер:** Сыйымдылығы 200 мл колба, сыйымдылығы 100 мл стақан, штатив, сынауықтар, фарфор табақша, асбест торы, шыны түтікше, сүзгі қағаз, мақта, ақ және қызыл фосфор, кальций фосфиді  $\text{Ca}_3\text{P}_2$ , марганец (IV) оксиді  $\text{MnO}_2$  немесе калий перманганаты  $\text{KMnO}_4$ , натрий дигидроортофосфаты  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , натрий гидроортофосфаты  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , фосфор (III) хлориді  $\text{PCl}_3$ , фосфор (V) хлориді  $\text{PCl}_5$ , ерітінділер: күкірт қышқылы  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho=1,84$  г/мл), азот қышқылы  $\text{HNO}_3$  ( $\rho=1,4$  г/мл), тұз қышқылы  $\text{HCl}$  ( $\rho=1,18$  г/мл), сірке қышқылы  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , ортофосфор қышқылы  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , аммоний молибдаты  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ , кальций хлориді  $\text{CaCl}_2$ , натрий метафосфаты  $\text{NaPO}_3$ , натрий карбонаты  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , күміс нитраты  $\text{AgNO}_3$ , натрий ацетаты  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , темір (III) хлориді  $\text{FeCl}_3$ , алюминий сульфаты  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , белок.

### 1. Фосфор аллотропиясы. (жұмысты тартпа шкафта жүргізу керек.)

а) Біраз қызыл фосфорды сынауыққа салып, мақтамен жауып, штативке көлбеу бекітіп, жайлап қыздырыңдар. Фосфор буы сынауықтан шығып жануы мүмкін, сақ болыңдар, жануды болдырмау керек. Сынауықтың қабырғаларында ақ фосфор дағы түзіледі. Сынауықты қараңғы жерге апарып, ақ фосфордың жарық шығаруын байқаңдар. Ақ фосфорды сынауықтан шыны таяқшамен алып ауада ұстандар, не байқалады? Жүріп жатқан реакция теңдеуін жазыңдар. Тәжірибе нәтижесінен фосфордың қай аллотропиялық түрі активтілеу екені туралы қорытынды шығарыңдар (тәжірибеден кейін сынауықты зертхана қызметкерлеріне өткізіңдер).

2. **Фосфинді алу және оның қасиеттері.** Фарфор табақшаға эквивалентті концентрациясы 4 моль/л-ге тең тұз қышқылын аздап құйып, 2-3 кальций фосфоритін пинцетпен салыңдар. Газдың бөлінуін және тұтануын байқаңдар. Реакция теңдеулерін жазыңдар. Фосфордың және азоттың сутекті қосылыстарының тұрақтылығын салыстырыңдар.

3. **Фосфор (V) оксидін алу.** (жұмысты тартпа шкафта жүргізеді). Асбест торға қойылған фарфор табақшаға аздап 0,4-0,5 г қызыл фосфор салып, табақшаның үстіне құрғақ воронканы төңкеріп бекітіңдер, қызыл фосфорды қыздырылған шыны таяқшамен тұтандырыңдар. Воронка қабырғасында қандай зат түзіледі? Реакция теңдеуін жазыңдар. Фосфор түгелдей жанып болғанда воронканы штатив сақинасына қойып 5-тәжірибеге сақтаңдар.

4. **Фосфор қышқылы иондарына тән реакциялар.** а) Натрий гидрофосфатының ерітіндісіне күміс нитратының ерітіндісін қосыңдар. Түзілген тұнбаның құрамы қандай? Түсі қандай? Азот қышқылын қосқанда не байқалады? Сәйкес реакция теңдеулерін жазыңдар.

ә) Азот қышқылы қосылған аммоний молибдаты ерітіндісінің көлеміне фосфор қышқылын немесе оның тұзы ерітіндісінің бірнеше тамшысын қосыңдар. Қоспаны қыздырыңдар. Не байқалады? Тұнбаның түсі және түрі қандай? Байқаңдар. Осы реакцияның теңдеуі:



б) Екі бөлек сынауықта мета- және дифосфат ерітінділеріне күміс нитраты ерітінділерін қосыңдар. Тұнбаға түскен заттың түсі қандай? Азот қышқылының ерітіндісін қосқанда не байқалады? Реакция теңдеулерін жазыңдар. Күмістің мета- және дифосфаттары қандай ортада тұнбаға түседі?

**5. Фосфор қышқылдарын алу.** (в-тәжірибесін тартпа шкафта жасау керек). а) *Фосфор (V) оксидінен фосфор қышқылдарын алу.* 3-тәжірибеде алынған фосфор оксидін воронкадан сынауыққа дистилденген сумен жуып ерітіндер. Ерітінді мөлдір болғаннан кейін, екінші сынауыққа құйып әлсіз қышқылдық орта болғанша (ол үшін көк лакмус қағазымен анықтау керек) сода ерітіндісімен бейтараптандар. Тәжірибе нәтижесінде қандай қышқыл түзілгенін дәлелдеңдер. Реакция теңдеуін жазыңдар.

Ерітіндінің қалған бөлігін стақанға құйып 10-15 мл су және 1-2 мл концентрлі азот қышқылын (қосылу реакциясын тездету үшін) және су қоса отырып 5-10 минут қайнатыңдар. Кейін оның 1-2 тамшысын сынауыққа алып әлсіз қышқыл ерітіндісіне дейін сода қосып бейтараптандар және күміс нитратын қосыңдар. Тұнбаның түсінен қосылу реакциясының біткенін анықтаңдар. Реакция нәтижесінде қандай қышқыл түзілді? Егер қосылу реакциясы аяқталмаса қалған ерітіндіні әлі де 5-10 минут қайнатып, анализді қайталаңдар. Реакция теңдеуін жазыңдар.

ә) *Қызыл фосфорды тотықтыру арқылы ортофосфор қышқылын алу.* Фарфор табақшада фосфордың аз мөлшерін 5-6 мл концентрлі азот қышқылын қосып қыздырыңдар. Егер фосфор толық әрекеттеспей қалса, тағы да азот қышқылын қосып, ерітіндіні қайнатыңдар, суалтыңдар (не үшін?). Қалдығын сумен сұйылтып, әлсіз қышқылдық ортаға дейін содамен бейтараптандар, күміс нитратын қосып сынаңдар. Тәжірибе нәтижесінде қай қышқыл түзіледі? Реакция теңдеуін жазыңдар.

б) *Фосфориттен немесе сүйек ұнтағынан ортофосфор қышқылын алу.* Фарфор табақшаға аздап сүйек ұнтағын немесе фосфоритті салып, оған күкірт қышқылын (1:1) құйыңдар. Қоспаны қайнатып сүзіндер, ерітіндіде ортофосфор қышқылы бар екенін дәлелдеңдер, ол үшін аммоний молибдатының ерітіндісін пайдалану керек. Реакция теңдеуін жазыңдар.

**6. Ортофосфор қышқылының тұздары.** а) *Натрий фосфаты және оның гидролизі.* Кестедегі ортофосфор қышқылының диссоциациялану тұрақтысының шамасына қарағанда сілтілік металдар фосфаттары гидролиздене ме, жоқ па? Болжаңдар. Натрий фосфатының гидролизі қай сатыда тоқтайды?

Осы болжамдарды тексеру үшін натрий гидро-, дигидро- және фосфат ерітінділерін қызыл және көк лакмус қағаздарымен сынаңдар. Натрий фосфаты гидролизінің сатылап диссоциациялану теңдеуін жазыңдар. Оның әрі қарай гидролизденуіне қандай иондардың пайда болып көбеюі кедергі болады? Әмбебап индикатор қағазының көмегімен ерітіндінің рН-ын анықта.

ә) *Кальций фосфатын алу:* Зертханада бар реактивтерден кальций фосфатын, гидро- және дигидрофосфатын алыңдар. Реакция теңдеуін жазыңдар. Алынған тұздардың ерігіштігі туралы қорытынды жасаңдар. Кальций гидрофосфатының  $\text{CaHPO}_4$  тұнбасына сірке қышқылын қосыңдар. Не байқалады? Түсіндіріңдер. Реакция теңдеуін жазыңдар.