

Сьогодні  
04.10.2024

## Урок №9



# Поняття про кристалогідрати

Сьогодні  
04.10.2024

## Повідомлення мети уроку

### Ви зможете:

- наводити приклади кристалогідратів;
- з'ясувати особливості кристалогідратів;
- обчислювати відносну молекулярну та молярну маси кристалогідратів.



Сьогодні  
04.10.2024

## Актуалізація опорних знань



Чому розчинення речовин у воді називають фізико-хімічним явищем?

Які речовини називають кристалогідратами?

Які види кристалічних ґраток вам відомі?

Що таке гідратація?

Чому до складу шипучих лікарських форм, сухих концентратів солодких напоїв і начинки льодяників «Шипучка» разом із питною содою  $\text{NaHCO}_3$  входить безводна лимонна кислота  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ , а не її моногідрат  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ?

Сьогодні ми про це дізнаємось.



Сьогодні  
04.10.2024

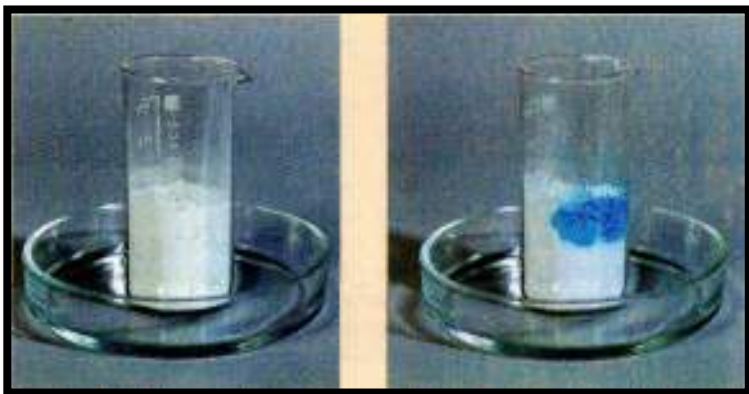
## Формування поняття «кристалогідрати»

Кристалогідрати – кристалічні речовини, кристалічна ґратка яких містить гідратовані йони. Склад кристалогідратів передають за допомогою формул розчиненої речовини й води, між якими ставлять крапку, а перед формулою води коефіцієнтом зазначають кількість її молекул.



Сьогодні  
04.10.2024

## Утворення кристалогідрату



Додаємо до безводного купрум(II) сульфату воду. Білий порошок набуває блакитного кольору



Утворений розчин містить гідратовані йони  $\text{Cu(II)}$



При нагріванні розчину, вода випаровується і утворюються дрібні блакитні кристали.



Сьогодні  
04.10.2024

## Традиційні назви кристалогідратів

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   
(тривіальна назва – мідний купорос).



## Тривіальні (загальновживані) назви деяких кристалогідратів

Формула кристалогідрату	Тривіальна назва
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Гіпс
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Мідний купорос
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Залізний купорос
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Гірка (англійська) сіль
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Глауберова сіль
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Кристалічна сода

Сьогодні  
04.10.2024

## Сучасна номенклатура назв кристалогідратів



За міжнародною номенклатурою  
назва кристалогідрату складається з систематичної назви солі і вказується кількість молекул кристалізаційної води.  
До слова «гідрат» додають префікс, що утворений від грецьких числівників:  
моно– (1); ди– (2); три – (3); тетра –(4); пента – (5); гекса– (6);  
гепта– (7); окта – (8); нона–(9); дека – (10).

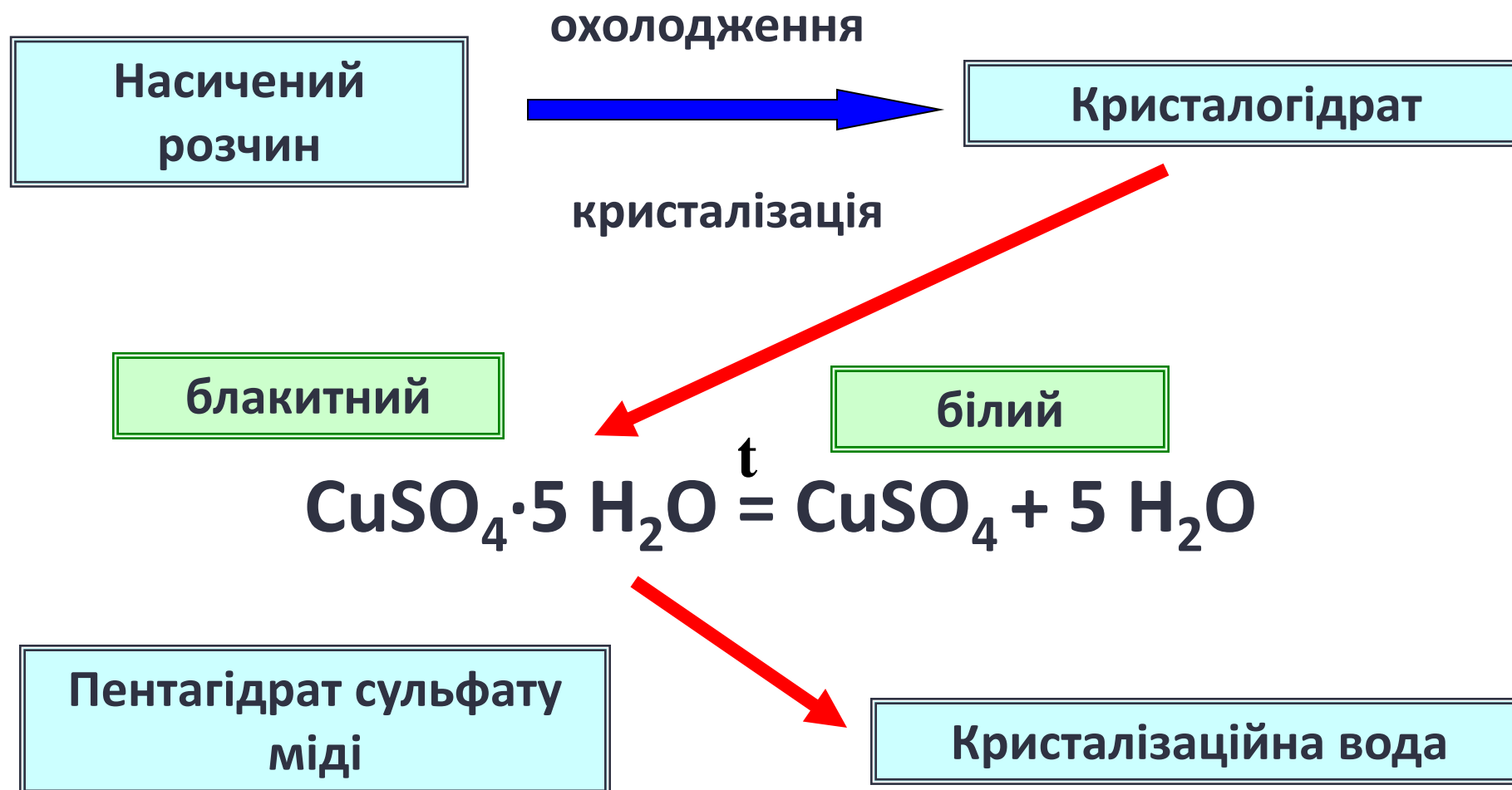


Наприклад –  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  –  
купрум(II) сульфат пентагідрат.



Сьогодні  
04.10.2024

## Утворення кристалогідратів



Солі деяких металів утворюють стійкі хімічні сполуки з певною кількістю молекул води — кристалогідрати.

Гідратовані йони  $\text{Cu}_2^+$ ,  $\text{Fe}_2^+$ ,  $\text{Na}_2^+$  та інші мають забарвлення. Кристалізаційну воду можна видалити з таких сполук лише тривалим прожарюванням за високих температур.



Сьогодні  
04.10.2024

## Формули кристалогідратів





$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  — глауберова сіль

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  — каустична сода



$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$



Кристалогідрат	Систематична назва	Формула	Забарвлення кристалів	Фото	Застосування
Мідний купорос	Купрум(II) сульфат пентагідрат	$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	Яскраво-сині		Під час фарбування текстильних матеріалів як протрава.
Залізний купорос	Купрум(II) сульфат гептагідрат	$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	Блакитно-зелені		Компонент електроліту в гальванотехніці.
Гіпс	Кальцій сульфат дигідрат	$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Безбарвні		У виробництві в'яжучих матеріалів для виготовлення панелей.
Алебастер	Дикальцій сульфат моногідрат	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$	Безбарвні		Будівельний матеріал та для художніх виробів

Сьогодні  
04.10.2024

## Найважливіші кристалогідрати



Глауберова сіль



Мідний купорос



Залізний купорос



Гіпс

Поняття про кристалогідрати.



Розчинена речовина – кристагідрат, тому необхідно робити перерахунок з маси кристалогідрату на масу безводної солі.

Розчин – включає всю масу кристалогідрату та розчинника.

$$w(p.p.) = \frac{m(p.p.)}{m(\text{кристалогідрату}) + m(H_2O)}$$



Сьогодні  
04.10.2024

Робота в зошиті



Обчисліть молярну масу гіпсу  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

$$\begin{aligned}\text{Mr}(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) &= \text{Mr}(\text{CaSO}_4) + 2 \cdot \text{Mr}(\text{H}_2\text{O}) = 40 + 32 + 4 \cdot 16 + 2 \cdot (2 + 16) \\ &= 136 + 2 \cdot 18 = 172 \text{ г/моль}\end{aligned}$$

Сьогодні  
04.10.2024

## Розв'язування задач

Залізний купорос масою 59,6г розчинили у 150г води.  
Визначити масову частку ферум (II) сульфату у  
розчині.

*Дано:*

$$m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 59,6\text{г}$$

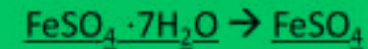
$$m(\text{H}_2\text{O}) = 150\text{г}$$

$$w(\text{FeSO}_4) - ?$$

*Розв'язання:*

1. Знаходимо масу безводного ферум (II) сульфату:

$$59,6\text{г} \quad x\text{г}$$



$$\nu = 1\text{моль} \quad \nu = 1\text{моль}$$

$$M = 278\text{г/моль} \quad M = 152\text{г/моль}$$

$$m = 278\text{г} \quad m = 152\text{г}$$

$$m(\text{FeSO}_4) = x = \frac{59,6}{278} = \frac{x}{152} = \frac{59,6 \cdot 152}{278} = 32,6\text{г}$$

2. Знаходимо масу розчину:

$$m(\text{розч. FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O})$$

$$m(\text{розч. FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 59,6 + 150 = 209,6\text{г}$$

3. Знаходимо масову частку ферум (II) сульфату:

$$w(\text{FeSO}_4) = \frac{m(\text{FeSO}_4)}{m(\text{розч. FeSO}_4)} \cdot 100\% = \frac{32,6}{209,6} \cdot 100\% = 15,55\%$$

Сьогодні  
04.10.2024

## Задачі для самостійного розв'язку



У воді масою 40г розчинили залізний купорос ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) масою 3,5г. Визначте масову частку ферум (II) сульфату в розчині, що утворився.

Знайти масову частку натрій сульфату у розчині, одержаному розчиненням 40г глауберової солі у 440 г води.

Знайти масу  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  і води необхідних для приготування 120 мл розчину магнію сульфату (густина 1,06 г/мл) з масовою часткою солі 6,2%.

Скільки грамів кристалогідрата  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  необхідно додати до 150 мл 18% розчину натрію сульфату (густина 1,07 г/мл), щоб масова частка речовини в розчині збільшилась вдвічі?

Сьогодні  
04.10.2024

## Застосування кристалогідратів

### Мідний купорос, купрум(II) сульфат пентагідрат



Застосовується як:

- хімічний засіб для захисту рослин;
- для виробництва чистої міді, штучного шовку, мінеральних фарб;
- в будівництві, для дезінфекції стін від грибків;
- у гальванотехніці

Сьогодні  
04.10.2024

## Застосування кристалогідратів

### Залізний купорос, ферум(II) сульфат, гептагідрат.



Застосовується як:

- хімічний засіб захисту рослин;
- консервант деревини;
- протрава для фарбування тканин;
- сировина для виробництва чорнила, мінеральних фарб;
- антианемічний медичний засіб.

### Глауберова сіль, натрій сульфат, декатагідрат.



Застосовується як:

- проносний засіб швидкої дії, який використовують при сильних харчових отруєннях;
- сировина для виробництва скла, соди;
- фарбування бавовняних тканин.



## Гіпс, кальцій сульфат дигідрат.



- Застосовується для:
- виготовлення плит, панелей;
  - архітектурно-декоративних виробів;
  - гіпсових пов'язок та шин;
  - гіпсування ґрунтів;
  - наповнювач у виробництві паперу.



Сьогодні  
04.10.2024

Робота в зошиті

На скільки грамів зменшиться маса залізного купоросу при прожарюванні 55,6 г цього кристалогідрату?

Дано:  
 $m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 55,6 \text{ г}$   
 $m(\text{H}_2\text{O}) - ?$

1. Обчислюємо молярну масу ( $M = M_r$  г/моль) кристалогідрату.

$$M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = M(\text{FeSO}_4) + 7 \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 152 + 7 \cdot 18 = 278 \text{ г/моль},$$

$$\text{де } M_r(\text{FeSO}_4) = A_r(\text{Fe}) + A_r(\text{S}) + 4 \cdot A_r(\text{O}) = 52 + 32 + 4 \cdot 16 = 152,$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18.$$

2. Обчислюємо масову частку кристалізаційної води в 1 моль кристалогідрата за формулою:

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(7\text{H}_2\text{O})}{m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \frac{126}{278} = 0,453$$

3. З формули  $w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(7\text{H}_2\text{O})}{m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \frac{126}{278} = 0,453$  знаходимо формулу для обчислення маси води:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = w(\text{H}_2\text{O}) \cdot m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,4532 \cdot 55,6 = 25,2 \text{ г}$$

Сьогодні  
04.10.2024

Розв'язування задач. Робота в зошиті.

Прожарюванням кристалогідрату масою 66,6 г одержали безводний алюміній сульфат масою 34,2 г. Установіть формулу кристалогідрату.

Дано:

$$m(\text{Al}_2\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O} - 66,6 \text{ г}$$

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) - 34,2 \text{ г}$$

формула кристалогідрату - ?

Розв'язання

1. Обчислюємо кількість речовин  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ :

$$v(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)}{M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)} = \frac{34,2}{342} = 0,1 \text{ моль}$$

2. Обчислюємо масу кристалізаційної води:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}) - m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 66,6 - 34,2 = 32,4 \text{ г}$$

3. Обчислюємо кількість речовини кристалізаційної води:

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{32,4}{18} = 1,8 \text{ моль}$$

4. Співвідношення кількості речовини алюміній сульфату і кристалізаційної води становить:

$$v(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : v(\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \text{ моль} : 1,8 \text{ моль} = 1:18, \text{ тоді}$$

формула кристалогідрату  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$

Сьогодні  
04.10.2024

Розв'язування задач. Робота в зошиті.



У якому випадку масова частка розчиненої речовини буде меншою: а) у воду об'ємом 200 мл розчинили 50 г купрум(II) сульфату; б) у воді об'ємом 150 мл розчинили 50 г мідного купоросу? Відповідь підтвердьте розрахунками.

А ) Дано:

$v(\text{H}_2\text{O}) - 200 \text{ мл};$

$m(\text{CuSO}_4) - 50 \text{ г.}$

Знайти:  $w(\text{CuSO}_4) - ?$

1. Знаходимо масову частку розчиненої речовини:

$$w(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m(\text{CuSO}_4) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{50}{50 + 200} = \frac{50}{250} = 0,2 \text{ г}$$

Б ) Дано:

$m(\text{H}_2\text{O})$ - 150 мл

$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$  – 50 г

Знайти:  $w(\text{CuSO}_4)$ -?

Розв'язання:

1. Обчислюємо молярну масу кристалогідрату:

$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = m(\text{CuSO}_4) + 5 \cdot m(\text{H}_2\text{O}) = (64 + 32 + 4 \cdot 16) + 5 \cdot (2 \cdot 1 + 16) = 250$   
г/моль.

2. Обчислюємо кількість речовини кристалогідрату:

$$\nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{50}{250} = 0,2 \text{ моль};$$

3. Знаходимо кількість речовини солі:

$$\nu(\text{CuSO}_4) = \nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,2 \text{ моль};$$

4. Знаходимо масу:

$$m(\text{CuSO}_4) = \nu(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,2 \text{ моль} \cdot 160 \text{ г/моль} = 32 \text{ г.}$$

5. Знаходимо масову частку розчиненої речовини:

$$w(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} + m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{32}{200} = 0,16 \text{ г}$$

**Відповідь:** Масова частка розчиненої речовини більша у варіанті Б.

Сьогодні  
04.10.2024

Розв'язування задач. Робота в зошиті.

Цинк сульфат є ефективним мікродобрином. Його розчином з масовою часткою розчиненої речовини 0,2 % обприскують посіви. Яка маса гептагідрату цинк сульфату знадобиться для приготування 2 кг такого розчину для підживлення овочевих культур на присадибній ділянці?

Дано:

$$W(\text{ZnSO}_4) = 0,2\% \text{ або } 0,002$$

$$m(\text{розчину}) = 2 \text{ кг} = 2000 \text{ г}$$

$$m(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) - ?$$

Розв'язання:

1. Знаходимо масу розчиненої речовини за формулою

$$m(\text{речовини}) = w(\text{речовини}) \cdot m(\text{розчину})$$

$$m(\text{ZnSO}_4) = w(\text{ZnSO}_4) \cdot m(\text{розчину}) = 0,002 \cdot 2000 = 4 \text{ г}$$

2. Обчислюємо молярну масу ( $M = M_r$  г/моль) кристалогідрату.

$$M(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = M(\text{ZnSO}_4) + 7 \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 161 + 7 \cdot 18 = 287 \text{ г/моль},$$

$$\text{де } M_r(\text{ZnSO}_4) = A_r(\text{Zn}) + A_r(\text{S}) + 4 \cdot A_r(\text{O}) = 65 + 32 + 4 \cdot 16 = 161,$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18.$$

3. Обчислюємо масову частку солі в 1 моль кристалогідрата за формулою:

$$W(\text{ZnSO}_4) = \frac{M(\text{ZnSO}_4)}{M(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \frac{161}{287} = 0,561$$

4. З формули  $W(\text{ZnSO}_4) = \frac{M(\text{ZnSO}_4)}{M(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}$  знаходимо формулу для обчислення маси солі

$$m(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{ZnSO}_4)}{w(\text{ZnSO}_4)} = \frac{4}{0,561} = 7,13 \text{ г.}$$



Сьогодні  
04.10.2024

Домашнє завдання



**1. Підготувати повідомлення про кристалогідрати.**