

Одним з типів розрахункових задач є **задачі з неповною умовою**, в яких не вистачає одного або кількох елементів, котрі зробили б задачу типовою. При розв'язуванні таких задач можна використати різні прийоми. Наприклад: можна прийняти, що маса (об'єм) речовини (розчину, суміші) складає 100 г, 1 г (1 л, 100 л); можна припустити, що в перетворенні приймає участь будь яке ціле або не ціле число моль реагентів або продуктів реакції, тощо.

Розглянемо приклади таких задач.

Задача 1. При прожарюванні до постійної маси суміші гідрогенкарбонатів натрію та калію маса суміші зменшилась на 34%. Обчислити масову частку калій гідрогенкарбонату у суміші.

<p>Дано: $m_{\text{сум}}(\text{NaHCO}_3 \text{ і } \text{KHCO}_3) \rightarrow^t$ зменш. на 34%</p>	<p>РОЗВ'ЯЗАННЯ Нехай маса суміші складає 100 г і містить x г KHCO_3 та y г NaHCO_3, тоді $x + y = 100$ (I рівняння)</p>
<p>$W(\text{KHCO}_3) - ?$</p>	<p>1. Складаємо рівняння реакцій, обчислюємо молярні маси та маси солей за рівнянням реакцій:</p>
<p>Відповідь: $W(\text{KHCO}_3) = 49,15\%$</p>	<p>x г m_1 (1) $2\text{KHCO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 200 г 138 г $M(\text{KHCO}_3) = 100$ г/моль; $m(\text{KHCO}_3) = 2 \text{ моль} \cdot 100 \text{ г/моль} = 200$ г; $M(\text{K}_2\text{CO}_3) = 138$ г/моль; $m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 138$ г. y г m_2 (2) $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 168 г 106 г $M(\text{NaHCO}_3) = 84$ г/моль; $m(\text{NaHCO}_3) = 2 \text{ моль} \cdot 84 \text{ г/моль} = 168$ г; $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106$ г/моль; $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106$ г.</p> <p>2. Після прожарювання маса суміші зменшилась на 34%, тобто на 34 г (за рахунок виділення CO_2 і H_2O), маса суміші після реакції складає $100 - 34 = 66$ г. Обчислюємо масу калій карбонату, що утворився з калійгідрогенкарбонату масою x г за рівнянням (1): $\frac{x}{200} = \frac{m_1}{138}$; $m_1 = \frac{138x}{200} = 0,69x$ $m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,69x$, г.</p> <p>Обчислюємо масу натрій карбонату, що утворився з натрій гідрогенкарбонату масою y г за рівнянням (2): $\frac{y}{168} = \frac{m_2}{106}$; $m_2 = \frac{106y}{168} = 0,631y$; $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,631y$, г.</p> <p>$m(\text{K}_2\text{CO}_3) + m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 66$ г; $0,69x + 0,631y = 66$ (II рівняння)</p> <p>3. Обчислюємо масу та масову частку KHCO_3 у вихідній суміші, складаємо систему рівнянь:</p>

$x + y = 100 \text{ моль}$ $0,69x + 0,631y = 66 \text{ моль}$ $0,69x + 63,1 - 0,631x = 66 - 63,1; 0,059x = 2,9$ $x = 49,15 \text{ г (KHCO}_3\text{)}; y = 100 - 49,15 = 50,85 \text{ г (NaHCO}_3\text{)}$ $W(\text{KHCO}_3) = \frac{m(\text{KHCO}_3)}{m(\text{суміші})} = \frac{49,15}{100} = 0,4915, \text{ або } 49,15\%.$	$y = 100 - x$ $0,69x + 0,631 \cdot (100 - x) = 66$
--	---

Задача 2. Розрахуйте масову частку солі в розчині, одержаному при нейтралізації хлоридної кислоти з масовою часткою HCl 0,2 розчином калій гідроксиду з масовою часткою лугу 10%.

<p>Дано: розчин KOH $W(\text{KOH}) = 10\%$ + розчин HCl $W(\text{HCl}) = 0,2$</p>	<p>РОЗВ'ЯЗАННЯ</p> <p>I спосіб. Нехай маса розчину HCl дорівнює 100 г.</p> <p>1. Складаємо рівняння реакції, обчислюємо кількість речовини та маси реагентів і продуктів реакції: $m(\text{HCl}) = 100 \text{ г} \cdot 0,2 = 20 \text{ г};$ $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}; \nu(\text{HCl}) = \frac{20 \text{ г}}{36,5 \text{ г/моль}} = 0,548 \text{ моль}$</p>
<p>$W(\text{KCl}) - ?$</p> <p>Відповідь: $W(\text{KCl}) = 10\%$</p>	<p>0,548 моль: x моль : y моль $\text{HCl} + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ 1 моль : 1 моль : 1 моль $x = 0,548 \text{ моль (KOH)} ; y = 0,548 \text{ моль (KCl)}. m = M \cdot \nu$ $M(\text{KOH}) = 56 \text{ г/моль}; m(\text{KOH}) = 56 \cdot 0,548 = 30,688 \text{ г}$ $M(\text{KCl}) = 74,5 \text{ г/моль}; m(\text{KCl}) = 74,5 \cdot 0,548 = 40,826 \text{ г}$</p> <p>2. Обчислюємо масову частку калій хлориду у розчині за формулою: $W_{\text{речов.}} = \frac{m_{\text{речов.}}}{m_{\text{розчину}}};$</p> <p>Маса розчину після реакції дорівнює сумі мас розчинів KOH і HCl до реакції (за законом збереження мас), так як в результаті реакції не відбувається виділення газу або осаду:</p> <p>$m_{\text{розчину (KOH)}} = \frac{m(\text{KOH})}{W(\text{KOH})} = \frac{30,688}{0,1} = 306,88 \text{ г}$ $m_{\text{розч. (KCl)}} = m_{\text{розч. (HCl)}} + m_{\text{розч. (KOH)}} = 100 + 306,88 = 406,88 \text{ г}$ $W(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m(\text{розчину})} = \frac{40,826}{406,88} = 0,1 \text{ або } 10\%.$</p> <p>II спосіб.</p> <p>Припустимо, що в реакції прореагував 1 моль HCl, тоді, згідно рівняння реакції, $\nu(\text{KOH}) = 1 \text{ моль}$ та $\nu(\text{KCl}) = 1 \text{ моль}$</p> <p>Обчислюємо маси речовин та маси розчинів:</p> <p>$m(\text{HCl}) = M \cdot \nu = 36,5 \text{ г}; m_{\text{розч. (HCl)}} = \frac{m(\text{HCl})}{W(\text{HCl})} = \frac{36,5}{0,2} = 182,5 \text{ г};$ $m(\text{KOH}) = 56 \text{ г}; m_{\text{розч. (KOH)}} = \frac{m(\text{KOH})}{W(\text{KOH})} = \frac{56}{0,1} = 560 \text{ г}$ $m_{\text{розч. (KCl)}} = m_{\text{розч. (HCl)}} + m_{\text{розч. (KOH)}} = 182,5 + 560 = 742,5 \text{ г}$ $m(\text{KCl}) = M \cdot \nu = 74,5 \text{ г};$ $W(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m(\text{розчину})} = \frac{74,5}{742,5} = 0,1 \text{ або } 10\%.$</p>

Задача 3. В якому об'ємному співвідношенні слід приготувати суміш етану і пропану з повітрям для повного згоряння вуглеводнів, якщо об'ємна частка етану у суміші складає 40%?

<p>Дано: Суміш (C₂H₆ і C₃H₈) φ(C₂H₆) = 40% + повітря</p>	<p>РОЗВ'ЯЗАННЯ Молярна частка газів у суміші збігається з об'ємною часткою. 1. Нехай кількість речовини суміші газів складає 1 моль, тоді v(C₂H₆) = 0,4 моль (40%), а v(C₃H₈) = 0,6 моль (60%).</p>
<p>V(суміші):V(пов.) - ?</p>	<p>2. Складаємо рівняння реакцій горіння, обчислюємо об'єм кисню, який витрачається при цьому:</p>
<p>Відповідь: V(сум):V(пов) = 1: 21,5</p>	<p>0,4 моль : v₁ 2C₂H₆ + 7O₂ → 4CO₂ + 6H₂O 2 моль : 7 моль $v_1 = \frac{0,4 \cdot 7}{2} = 1,4 \text{ моль}$</p>
	<p>0,6 моль : v₂ C₃H₈ + 5O₂ → 3CO₂ + 4H₂O 1 моль : 5 моль $v_2 = \frac{0,6 \cdot 5}{1} = 3 \text{ моль}; \quad v_1 + v_2 = 1,4 + 3 = 4,3 \text{ моль (O}_2\text{)}$, отже, на спалювання 1 моль суміші витрачається 4,3 моль O₂. Тобто, на 1 л суміші C₂H₆ і C₃H₈ приходиться 4,3л кисню.</p>
	<p>3. Приймав, що об'ємна частка кисню у повітрі дорівнює 1/5, обчислюємо об'єм повітря: V(повітря) = V(O₂) · 5 = 4,3 · 5 = 21,5 (л).</p>
	<p>4. Обчислюємо співвідношення об'ємів суміші і повітря: V(суміші):V(пов.) = 1 : 21,5</p>

Задача 4. Відносна густина суміші метану та бутану за воднем складає 20. Обчислити масову частку бутану у суміші.

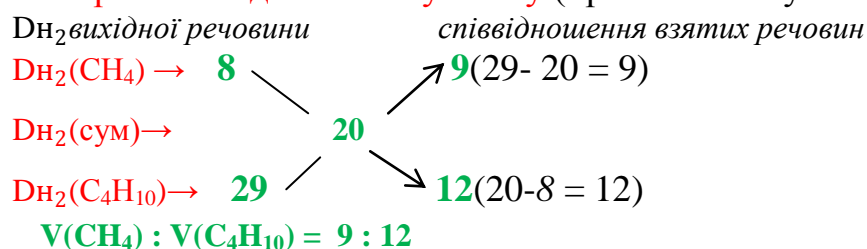
<p>Дано: Сум. CH₄ і C₄H₁₀ D_{H₂}(сум) = 20</p>	<p>РОЗВ'ЯЗАННЯ. За відносною густиною суміші газів можна визначити її склад. 1. Визначаємо склад суміші (у % за об'ємом).</p>
<p>W(C₄H₁₀) - ?</p>	<p>І спосіб. Відносну густину суміші газів за воднем обчислюють за формулою: $D_{H_2}(\text{сум}) = \frac{M(\text{суміші})}{M(H_2)}$, звідси</p>
<p>Відповідь: W(C₄H₁₀) = 82,86%</p>	<p>молярна маса суміші газів складає: M(суміші) = D_{H₂}(сум) · M(H₂) = 20 · 2г/моль = 40 г/моль. Молярна маса суміші – це маса 1 моль суміші. Нехай дано 1 моль даної суміші і v(CH₄) = x моль, тоді v(C₄H₁₀) = (1- x) моль. Молярна маса суміші дорівнює сумі мас даних порцій CH₄ і C₄H₁₀, тобто M(сум) = m(CH₄) + m(C₄H₁₀); m = M · v M(сум.) = M(CH₄) · v(CH₄) + M(C₄H₁₀) · v(C₄H₁₀);</p>

$M(\text{CH}_4) = 16 \text{ г/моль}$; $M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 58 \text{ г/моль}$;
 $M(\text{сум.}) = 16 \cdot x + 58 \cdot (1-x) = 40$; $42x = 18$; $x = 0,4286$.
 $v(\text{CH}_4) = 0,4286 \text{ моль}$, що складає 42,86% від загальної кількості суміші ($v(\text{сум.}) = 1 \text{ моль}$),
 $v(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 1 - 0,4286 = 0,5714 \text{ моль}$, або 57,14% .
 Об'ємні частки (ϕ) газів у суміші дорівнюють їх молярним часткам: $\phi(\text{CH}_4) = 42,86\%$; $\phi(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 57,14\%$.

II спосіб. Обчислюємо відносну густину за воднем окремо метану і бутану: $D_{\text{H}_2}(\text{CH}_4) = \frac{M(\text{CH}_4)}{M(\text{H}_2)} = \frac{16}{2} = 8$;

$$D_{\text{H}_2}(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{M(\text{C}_4\text{H}_{10})}{M(\text{H}_2)} = \frac{58}{2} = 29.$$

Використаємо діагональну схему (правило змішування):



Одержаний результат показує, що на кожні 9 л (або моль) CH_4 в даній суміші припадає 12 л (моль) C_4H_{10} і об'ємні частки газів складають відповідно:

$$\phi(\text{CH}_4) = \frac{V(\text{CH}_4)}{V(\text{сум.})} = \frac{9}{9+12} = 0,4286 \text{ (42,86\%)}$$

$$\phi(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{V(\text{C}_4\text{H}_{10})}{V(\text{сум.})} = \frac{12}{9+12} = 0,5714 \text{ (57,14\%)}$$

2. Визначаємо маси газів у суміші. Молярні співвідношення газів у суміші дорівнюють їх об'ємним співвідношенням. Нехай $v(\text{CH}_4) = 9 \text{ моль}$, а $v(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 12 \text{ моль}$, обчислюємо масу газів: $m = M \cdot v$

$$m(\text{CH}_4) = 16 \text{ г/моль} \cdot 9 \text{ моль} = 144 \text{ (г)}$$

$$m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 58 \text{ г/моль} \cdot 12 \text{ моль} = 696 \text{ (г)}$$

$$m(\text{сум.}) = 144 + 696 = 840 \text{ (г)}.$$

Обчислюємо масову частку бутану у суміші:

$$W(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{m(\text{C}_4\text{H}_{10})}{m(\text{сум.})} = \frac{696}{840} = 0,8286 \text{ (82,86\%)}$$

Задачі для самостійного розв'язування.

1. Після повного термічного розкладу суміші, що містила безводні купрум(II) нітрат та плюмбум(II) нітрат, маса твердого залишку виявилась у 2 рази меншою за масу вихідної суміші. Визначте масові частки солей у вихідній суміші.

- 2.** Суміш кальцій карбонату та амоній карбонату піддали повному термічному розкладу. Маса твердого залишку виявилась у 3,3 рази меншою за масу вихідної суміші солей. Обчисліть масові частки (%) компонентів у вихідній суміші.
- 3.** До розчину, який містить суміш солей натрій хлориду та натрій броміду, додали надлишок розчину аргентуму нітрату, в результаті чого виділився осад масою, яка дорівнює масі аргентум нітрату, що вступив у реакцію. Обчислити масові частки солей у вихідній суміші.
- 4.** Суміш порошків купрум(II) гідроксокарбонату (малахіту) і міді прожарили в струмені повітря, причому після охолодження маса зразка не змінилася. Визначити масову частку міді (у %) у зразку.
- 5.** У скільки разів кількість речовини води в розчині, одержаному при нейтралізації розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 0,2 розчином нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 0,3, буде більшою за кількість речовини утвореної солі?
- 6.** Розрахуйте масу суміші вуглекислого газу та хлору об'ємом 2,2 л, якщо масова частка вуглекислого газу складає 45%.
- 7.** Від нагрівання аміаку 25% його розклалося на прості речовини. Обчисліть об'ємні частки газів у суміші, що утворилась.
- 8.** При додаванні до розчину, що містив натрій хлорид та цинк хлорид, розчину аргентум нітрату, утворився осад, маса якого виявилась на 130% більшою за масу розчинених речовин у вихідному розчині. Обчисліть маси солей у вихідному розчині.
- 9.** В результаті повного розкладання бертолетової солі по двох напрямках (до калій перхлорату і з виділенням кисню до калій хлориду) маса наважки зменшилась на 22,3%. Обчислити масову частку калій хлориду у суміші, яка утворилась при цьому.
- 10.** Після прожарювання суміші кальцій гідроксиду та кальцій карбонату маса залишку (кальцій оксиду) склала $\frac{3}{5}$ початкової маси. Визначити масові частки речовин у вихідній суміші.
- 11.** На спалювання суміші метану і водню витратили такий самий об'єм кисню. Обчислити масову частку водню у вихідній суміші.
- 12.** В якому об'ємному співвідношенні слід змішати повітря і суміш водню з метаном, в якій об'ємна частка метану 80%, щоб речовини повністю прореагували?
- 13.** Відносна густина за воднем суміші газів карбон(IV) оксиду та карбон(II) оксиду складає 18. Обчислити об'ємні частки газів у суміші. Який об'єм повітря (н.у.) потрібно для спалювання суміші об'ємом 40 л? Об'ємну частку кисню у повітрі прийняти за 20% ($\frac{1}{5}$).

14. Скільки літрів кисню необхідно для спалювання 3 л суміші метану і етану, відносна густина якої за повітрям становить 0,6.

15. Який об'єм вуглекислого газу виділиться у результаті спалювання суміші етану і пропану об'ємом 2,24 л (н.у.) та з відносною густиною за гелієм 9,95.

16. Є газова суміш, що складається з двох газів, один з яких – проста речовина, інший – бінарна сполука. Густина газової суміші 0,1562 г/л (за н.у.). Відомо, що гази знаходяться в об'ємному співвідношенні 9:1 відповідно. Визначте формули цих газів.