

LIV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА
ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Национален кръг, 20 март 2022 год.

Групи I и II

9 При кои взаимодействия продуктът на реакцията е съединение с йонен строеж?



А) 1 и 3

Б) 2 и 4

В) 2, 3 и 4

Г) 1, 2, 3 и 4

10 Синият лакмус НЯМА да промени цвета си:

А) във вода с добавено късче калий

В) в разтвор на лимонов сок

Б) в разтвор на хлороводород

Г) в оцет

11 Амониевият нитрат (NH_4NO_3) е предпочитан изкуствен тор в селското стопанство, защото е богат на азот. Колко е масовата част на азота в съединението?

А) 17,5 %

Б) 22,2 %

В) 35,0 %

Г) 42,9 %

12 Еднаква валентност спрямо водорода проявяват елементите от:

А) втори период

В) II A (2) и IV A (14) групи

Б) трети период

Г) II A (2) и VI A (16) групи

13 Приготвени са разтвори на сода каустик, готварска сол, калцинирана сода и хлороводород, като е използвана дестилирана вода. Частици, изградени от еднакъв брой химични елементи, съдържат разтворите на:

А) готварска сол и сода каустик

В) готварска сол и хлороводород

Б) сода каустик и хлороводород

Г) калцинирана сода и сода каустик

14 Поради неустойчивост на светлина, в йодираната сол KI е заменен с KIO_3 , като допустимите граници за съдържание на KIO_3 са от 28 до 55 mg/kg. Колко mg/kg е максималното допустимо количество KI в готварска сол, за да е спазена наредбата по отношение на масата на йода.

А) 20,1

Б) 32,6

В) 42,7

Г) 55

15 Воден разтвор на кое вещество ще обезцвети виолетовия лакмус?

А) NaOH

Б) HCl

В) NaCl

Г) NaClO

ВТОРА ЧАСТ

Задача 1. Ескейп стая „Системата“

Намирате се в ескейп стая “Системата”. Тя представлява голяма Периодична таблица, разположена на пода на стаята, а с всяка крачка, която правите, се придвижвате с един елемент в таблицата. Излезте от “Системата”, като спазвате следните стъпки:

- i. Застанете върху елемента **A**, който се намира във II период, 15^{-та} група.
 - ii. Тръгнете в посока на засилване на неметалните свойства на елементите. Първата крачка ще ви отведе върху елемента **B**. Продължете да вървите напред, завийте при елемента, който участва в изграждането на зъбния емайл и вървете до елемента **B**, който играе важна роля за правилното функциониране на щитовидната жлеза.
 - iii. Шест крачки в посока засилване на металните свойства на елементите ще ви отведат до елемента **G**. Продължете да вървите, докато стигнете до най-активния метал в периода - елемента **D**.
 - iv. За да излезете от стаята, трябва да достигнете до елемента **E**, като направите 4 крачки в посока на намаляване на поредния номер на елементите и да отговорите на следните въпроси:
- 1 Кои са простите вещества на елементите **A**, **B**, **B**, **G**, **D**, **E**? Запишете ги с химични означения и определете състоянието им при стайна температура.
 - 2 Запишете химичните формули и наименования на веществата:
 - ✓ **W** – съставено е от елементите **B** и **D**;
 - ✓ **X** – съставено е от елементите **B** и **E**, като **X** е широко използван в практиката разтворител;
 - ✓ **Y** – съставено е от елементите **B** и **B**, като **B** е от VII валентност;
 - ✓ **Z** – съставено е от елементите **A**, **B** и **G**, като **A** е реагент за откриване на хлоридни йони.
 - 3 Запишете с химични уравнения:
 - ✓ взаимодействието между **X** и **Y**;
 - ✓ взаимодействието между **W** и **Z**, като знаете, че единият от продуктите е жълта утайка, а другият оцветява пламъка на спиртна лампа в розово-червен цвят.
 - 4 Подредете веществата **X**, **Y** и **Z** по увеличаване на масовата част на елемента **B** в тях. Подкрепете отговора си с изчисления.
 - 5 Колко грама разтвор на **Z** с масова част 8,5% трябва да се добавят към 25 грама разтвор на **W** с масова част 17%, за да взаимодействат напълно веществата **Z** и **W**?

Задача 2. Халогенни елементи

Елементите хлор и йод са от групата на халогенните елементи и имат сходни свойства.

- 1 Какви свойства проявяват двата елемента и кой от тях е по-активен? (*Не се изискват химични уравнения.*)
- 2 Запишете три физични свойства, по които се различават простите им вещества.

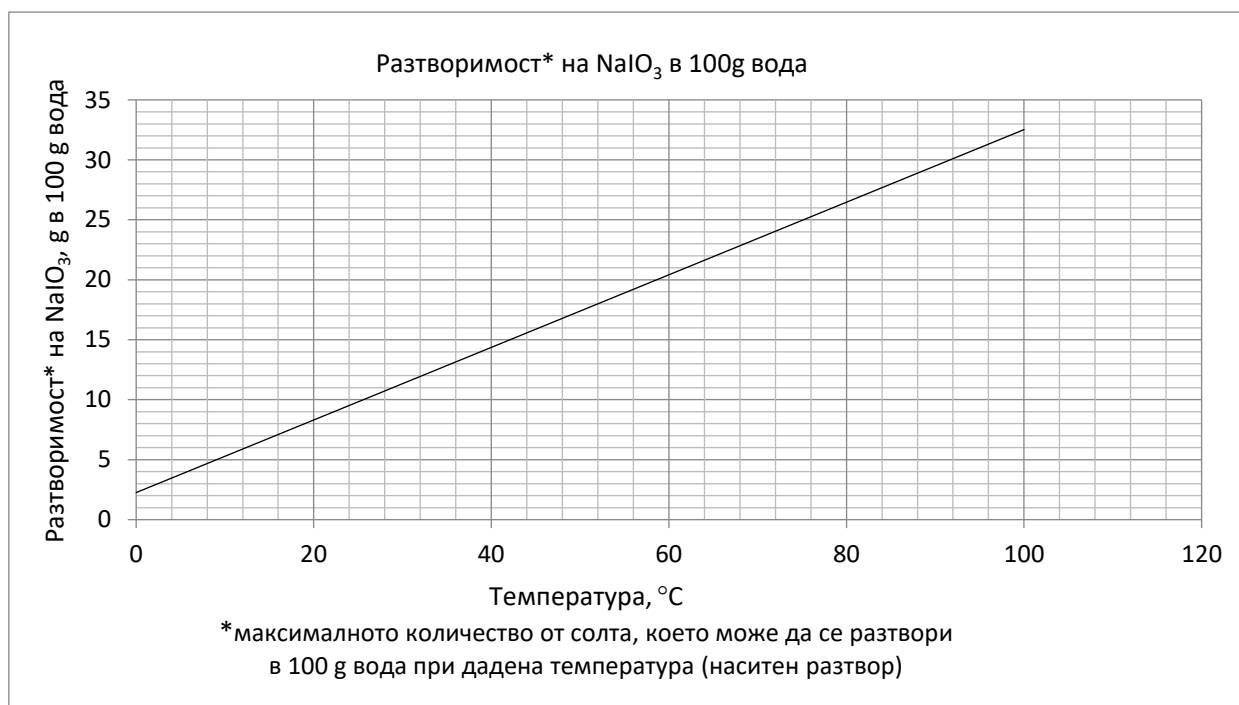
В две чашки се съдържат съответно 50 g солна киселина и 100 g йодоводородна киселина. Масовата част на всяка от киселините е $w(\text{халогеноводород}) = 8\%$. Към киселините е добавен сребърен нитрат в излишък.

- Изразете с химични уравнения процесите, които протичат в чашките. В коя от чашките масата на получената утайка е по-малка? Направете съответните изчисления.
- С кои от веществата Na, CO₂, Br₂, Li₂O, Cu, KOH взаимодейства йодоводородната киселина? Запишете уравненията на възможните реакции.

Задача 3. Химия по време на карантина

През 30-те години на XX век в Нова Зеландия се наблюдава странен феномен – панталоните на десетки фермери в страната се samozапалват. Това става най-често докато се сушат в близост до огън, но не липсват и случаи на запалване при ходене или езда. Установява се, че причината е в съединението натриев йодат (NaIO₃), широко използвано в страната като хербицид.

Фермер приготвил 150 kg наситен разтвор на солта при температура 32 °C, а 0,1% от солта попаднали по панталоните му при пръскането с хербицида.



- Като използвате графиката, пресметнете колко грама NaIO₃ са попаднали по панталоните на фермера.

NaIO₃ се използва в кислородните маски в самолетите, защото лесно се разлага до натриев йодид и кислород.

- Изразете разлагането на NaIO₃ с химично уравнение.
- От 1 грам натриев йодат се получават 242,5 мг кислород. Колко грама NaIO₃ са необходими за кислородните маски на самолет със 120 души на борда, ако те трябва да работят 15 минути, а човек се нуждае от 840 грама кислород за едно денонощие.

Натриевият йодат може да се получи при взаимодействие на йод с горещ, концентриран разтвор на натриева основа, при което се получават и натриев йодид, и вода.

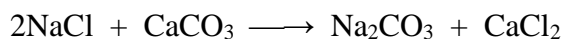
- Изразете получаването на NaIO₃ по описания метод с изравнено химично уравнение.
- Запишете с уравнение още едно взаимодействие на йод, при което се получават поне два продукта. Наименувайте продуктите.

- 11 При запалване на кибритена клечка се усеща характерен мирис. На кое вещество се дължи той?
- А) въглероден диоксид В) кислород
Б) серен диоксид Г) амоняк
- 12 За химичните елементи X и Y е присъщо свойството алотропия. Относителната атомна маса на всеки от елементите е приблизително два пъти по-голяма от поредния му номер в Периодичната система. Елементите X и Y образуват помежду си съединения, в които масовата част на X е равна на 50% и 60%. Елементите, които отговарят на условията, са:
- А) S и O Б) N и O В) P и O Г) C и O
- 13 *Магнокс* е сплав на магнезий и алуминий, която се използва в атомните електроцентрали. Кои са нейните основни недостатъци?
- (1) взаимодействия с вода
(2) взаимодействия с N₂ от въздуха
(3) има по-ниска температура на топене от алуминия
(4) може да се реже с нож
- А) 1 и 3 Б) 2 и 4 В) 1 и 2 Г) 3 и 4
- 14 При промишлени процеси е възможно да се получи замърсяване на въздуха с фини прахови частици от алкалоземни оксиди. При това се образуват специфични дъждове, които са опасни за околната среда и имат рН близо до:
- А) 0 Б) 5 В) 7 Г) 9
- 15 При зададени налягане и температура в 1 L вода са разтворени 700 L амоняк. Получава се 25% разтвор. Колко грама е масата на 1 L амоняк при тези условия?
- А) 0,36 g Б) 0,48 g В) 0,72 g Г) 0,96 g

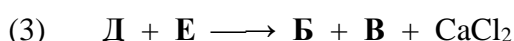
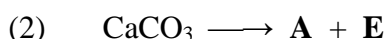
ВТОРА ЧАСТ

Задача 1. *Метод на Солвей*

Калцинираната сода (динатриев карбонат) намира широко приложение при производството на стъкло, сапуни, хартия, почистващи препарати и др. Основният метод за производството ѝ е методът на Солвей, който се основава на използването на варовик и сол като изходни суровини и може да се запише със сумарното уравнение:



Този процес се състои от 4 химични реакции:



- 1 Кои са веществата **A**, **B**, **B**, **Г**, **Д**, **E**? Запишете химичните им формули, като знаете, че:
 - ✓ **A** и **B** са газове;
 - ✓ **B** е най-широко използваният разтворител;
 - ✓ **Г** се използва в пекарството;
 - ✓ **Д** е известно под името “нишадър”.
- 2 Запишете реакции (1) – (4) с химични уравнения. С какво наименование е известна реакцията (2)?
- 3 Изразете строежа на веществата **A**, **B** и **B**, като използвате структурни формули и Люисови символи. Определете вида на връзките (за ковалентните връзки – полярност и кратност) и полярността на молекулите.
- 4 Колко тона калцинирана сода е най-голямото количество, което е възможно да се получи от 23,4 тона NaCl, ако добивът по описания метод е между 70 и 76%?

Задача 2. Училищна демонстрация

Следвайки записките си от предходни години, учител по химия провел пред учениците експеримент със следните етапи:

- I. Отрязал парче алуминиево фолио с размери 20 cm на 30 cm. Смачкал фолиото на топче и го поставил в колба, пълна с концентриран разтвор на натриева основа. След това затворил колбата с тапа с газоотводна тръбичка.
- II. Проверил отделящия се газ за чистота.
- III. През страничен отвор запалил отделящия се газ, а на 10 cm над пламъка поставил обърната бехерова чаша.
- IV. Пропуснал газа през хоризонтален цилиндър, съдържащ малко количество меден оксид (черно, прахообразно вещество) при нагряване. Учениците наблюдавали промяна на цвета до червеникаво вещество с метален блясък и отделяне на капчици по вътрешността на цилиндъра.
- V. На края на тръбичката поставил балон, в който да събере газа и да демонстрира това, че е по-лек от въздуха. Преди балонът да се надуе, топчето фолио се разтворило напълно. Учителят установил, че при воденето на записките преди години е

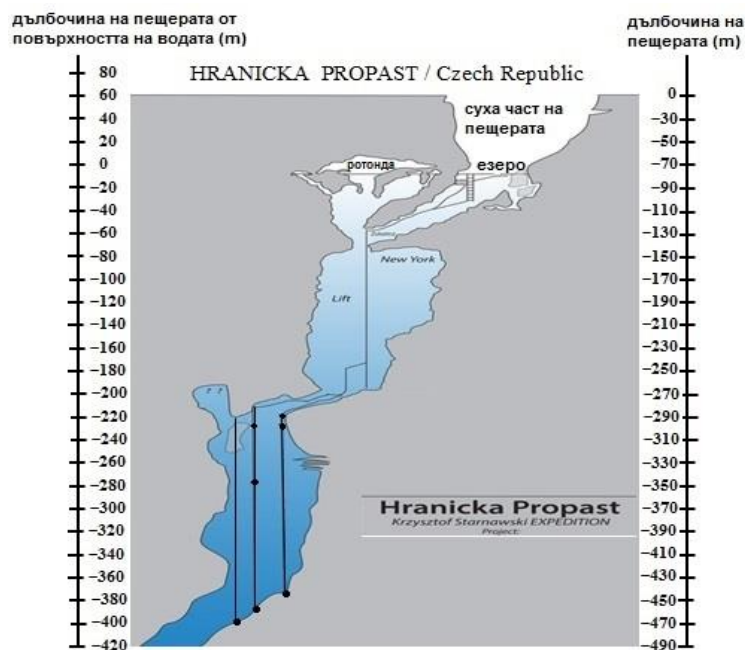
използвал индустриално фолио с дебелина 80 микрона, а при провеждане на експеримента пред учениците е използвал кухненско фолио с дебелина 25 микрона.

$$(\rho(\text{Al}) = 2710 \text{ kg/m}^3; 1 \text{ микрон, } \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m})$$

- 1 Запишете с химични уравнения процесите, които протичат при етапи I, III и IV от експеримента.
- 2 По какъв начин и защо се проверява чистотата на получения газ?
- 3 Какво е искал да демонстрира учителят с обърнатата бехерова чаша?
- 4 Колко грама водород е получил учителят при експеримента?
- 5 С какви размери е трябвало да бъде отрязаното парче фолио, за да бъде експериментът идентичен с този от записките по отношение на отделящия се газ?

Задача 3. В света на подводните пещери

Пещерата *Храница* в Чешката република е най-дълбоката сладководна пещера, позната досега. През 2016 г. световноизвестен полски гмуркач и екип от учени, изследват дълбочината на пещерата, намираща се под водата. Оценката им обаче, се основава на обхвата на оборудването им. Истинската дълбочина на пещерата остава мистерия.



Легенда: (●) измерена подводна дълбочина на пещерата.

- 1 Като използвате фигурата, запишете приблизителната стойност на подводната дълбочина на пещерата, която установява екипът.
- 2 Защитени ли са водолазите в пещерата от хидростатичното налягане на водата извън нея? Как се променя хидростатичното налягане в посока от дъното на пещерата към повърхността на езерото?

През 2015 г. *National Geographic* изказват предположение, че пещерата може да е формирана от подземни кисели води (наситени с въглероден диоксид), които разтварят варовика.

- 3 Изразете с химично уравнение разтварянето на варовика в природни условия. Наименувайте реакционния продукт.

Ученик изследвал разтварянето на варовик в лабораторни условия. Той обаче разполагал единствено с прахообразен калциев карбонат и със 150 g разтвор на CaCl_2 в солна киселина и $w(\text{CaCl}_2) = 3\%$. Ученикът добавял към разтвора калциев карбонат, до изчерпване на киселината. При реакцията се отделил газ с маса 1,32 g.

- 4 Запишете уравнението на протеклата реакция. Изчислете масовата част (в %) на CaCl_2 в получения разтвор.

(Приемете, че газът напълно напуска реакционната смес. Представете резултата с точност до стотните.)

ПРИМЕРНИ ОТГОВОРИ И РЕШЕНИЯ НА ЗАДАЧИТЕ

I Група

ПЪРВА ЧАСТ

Въпрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Отговор	Г	Б	А	Б	В	В	А	Б	В	А	В	Г	Б	В	Г

ЧАСТ ВТОРА

Задача 1

- Прости вещества: **A:** N₂ – газ; **Б:** O₂ – газ, O₃ – газ; **В:** I₂ – твърдо; **Г:** Ag – твърдо;
Д: Rb – твърдо; Е: H₂ – газ
- W:** RbI – рубидиев йодид; **X:** H₂O – вода; **Y:** I₂O₇ – дийоден хептаоксид;
Z: AgNO₃ – сребърен нитрат
- H₂O + I₂O₇ → 2HIO₄
RbI + AgNO₃ → AgI + RbNO₃
- $w(\text{O в H}_2\text{O}) = \frac{Ar(\text{O})}{Mr(\text{H}_2\text{O})} = \frac{16}{18} = 0,889 = 88,9\%$
 $w(\text{O в I}_2\text{O}_7) = \frac{7 \times Ar(\text{O})}{Mr(\text{I}_2\text{O}_7)} = \frac{112}{365,8} = 0,306 = 30,6\%$
 $w(\text{O в AgNO}_3) = \frac{3 \times Ar(\text{O})}{Mr(\text{AgNO}_3)} = \frac{48}{169,9} = 0,283 = 28,3\%$

Увеличаване на масовата част на елемента **Б (O)**: **Z < Y < X**

- $w(\text{RbI}) = \frac{m(\text{RbI})}{m(\text{p-p на RbI})}$; $m(\text{RbI}) = w(\text{RbI}) \times m(\text{p-p на RbI}) = 0,17 \times 25 = 4,25 \text{ g}$
 $\frac{m(\text{RbI})}{m(\text{AgNO}_3)} = \frac{Mr(\text{RbI})}{Mr(\text{AgNO}_3)}$; $\frac{4,25}{m(\text{AgNO}_3)} = \frac{212,4}{169,6}$; $\Rightarrow m(\text{AgNO}_3) = 3,4 \text{ g}$
 $w(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{m(\text{p-p на AgNO}_3)}$; $m(\text{p-p на AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{w(\text{AgNO}_3)} = \frac{3,4}{0,085} = 40 \text{ g}$

Задача 2

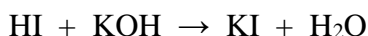
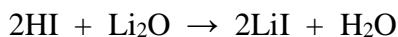
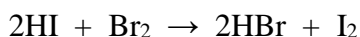
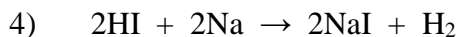
- Неметални свойства; по-активен е хлорът.
- Например: състояние; цвят, блясък, разтворимост във вода
- HCl + AgNO₃ → AgCl↓ + HNO₃; $\frac{M(\text{HCl})}{M(\text{AgCl})} = \frac{36,5}{143,4}$
HI + AgNO₃ → AgI↓ + HNO₃; $\frac{M(\text{HI})}{M(\text{AgI})} = \frac{127,9}{234,8}$

$$m(\text{HCl}) = m(p-p) \times w(\text{HCl}) = 50 \text{ g} \times 0,08 = 4 \text{ g}; \quad m(\text{HI}) = m(p-p) \times w(\text{HI}) = 100 \text{ g} \times 0,08 = 8 \text{ g}$$

$$m(\text{AgCl}) = \frac{m(\text{HCl}) \times 143,4}{36,5} = \frac{4 \times 143,4}{36,5} = 15,72 \text{ g}$$

$$m(\text{AgI}) = \frac{m(\text{HI}) \times 234,8}{127,9} = \frac{8 \times 234,8}{127,9} = 14,69 \text{ g}$$

$$\Rightarrow m(\text{AgCl}) > m(\text{AgI})$$



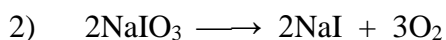
Задача 3

- 1) Разтворимостта при 32 °C е 12 g NaIO₃ в 100 g вода

$$w(\text{NaIO}_3) = \frac{m(\text{NaIO}_3)}{m(p-p)} = \frac{12}{112} = 0,107$$

Общо: $m(\text{NaIO}_3) = m(\text{разтвор}) \times w = 150 \text{ kg} \times 0,107 = 16,05 \text{ kg}$

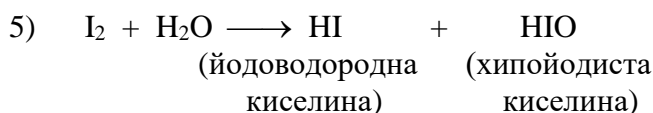
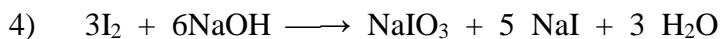
По панталона: $m(\text{NaIO}_3) = 16,05 \text{ kg} \times 0,1\% = 16,05 \text{ g}$



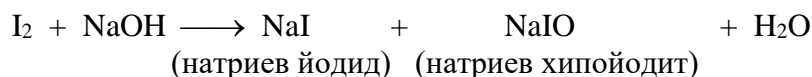
3) За 1 човек за 15 минути: $m(\text{O}_2) = \frac{840}{24 \times 4} = 8,75 \text{ g}$

За 120 човека: $m(\text{O}_2) = 8,75 \times 120 = 1050 \text{ g}$

$$m(\text{NaIO}_3) = \frac{1050}{0,2425} = 4330 \text{ g}$$



или



- 5) Новото фолио е $\frac{80}{25} = 3,2$ пъти по-тънко – за да има същия обем трябва да е 3,2 пъти по-дълго: $30 \times 3,2 = 96$ cm; \Rightarrow трябвало е размерите да са 20 cm \times 96 cm \times 25 μ m

Задача 3

- 1) Приблизителната подводна дълбочина на пещерата е 400 m (± 2 m)
- 2) Не са защитени. Понижава се.
- 3) $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ – калциев (ди)хидрогенкарбонат
- 4) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Маса на CaCl_2 в изходния разтвор:

$$m_1(\text{CaCl}_2) = m_1(\text{разтвор}) \times w(\text{CaCl}_2) = 150 \text{ g} \times 0,03 = 4,50 \text{ g}$$

По уравнение:

$$m(\text{CaCO}_3) : m(\text{CaCl}_2) : m(\text{H}_2\text{O}) : m(\text{CO}_2) = 100,1 : 111,1 : 18 : 44$$

Следователно масата на реагиращия карбонат е:

$$m(\text{CaCO}_3) = \frac{100,1 \times m(\text{CO}_2)}{44} = \frac{100,1 \times 1,32}{44} = 3,03 \text{ g}$$

Маса на продукта:

$$m_2(\text{CaCl}_2) = \frac{111,1 \times m(\text{CO}_2)}{44} = \frac{111,1 \times 1,32}{44} = 3,33 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18 \times m(\text{CO}_2)}{44} = \frac{18 \times 1,32}{44} = 0,54 \text{ g}$$

За получения разтвор:

$$m(\text{CaCl}_2) = m_1(\text{CaCl}_2) + m_2(\text{CaCl}_2) = 4,50 \text{ g} + 3,33 \text{ g} = 7,83 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} m_2(\text{разтвор}) &= m_1(\text{разтвор}) + m(\text{CaCO}_3) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{CO}_2) = \\ &= 150 + 3,03 + 0,54 - 1,32 = 152,25 \text{ g} \end{aligned}$$

$$w(\text{CaCl}_2) = \frac{100 \times m(\text{CaCl}_2)}{m_2(\text{p-p})} = \frac{100 \times 7,83 \text{ g}}{152,25 \text{ g}} = 5,14\%$$