



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

## ДРЖАВЕН НАТПРЕВАР ПО ХЕМИЈА 14 мај 2026

- (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

Запишете го начинот на решавање и одговорот на предвиденото место за тоа!

Решавањето надвор од предвиденото место нема да се прегледува!

**Таблица на периодниот систем на елементите има на последната страница од тестот!**

### 1. Бромот и неговите изотопи

Бромот во природата се јавува како смеса од два стабилни изотопи:

1.  $^{79}\text{Br}$  со точна маса **78,92 u**
2.  $^{81}\text{Br}$  со точна маса **80,92 u**

**1A.** Ако релативната атомска маса на бромот запишана во периодниот систем изнесува **79,90**, пресметај го количествениот удел на секој од изотопите.

$$79,90 = x \cdot 78,92 + (1-x) \cdot 80,92$$

$$79,90 = x \cdot 78,92 + 80,92 - x \cdot 80,92$$

$$x \cdot (80,92 - 78,92) = 80,92 - 79,90$$

$$x = 1,02/2 = 0,51$$

$$1 - x = 1 - 0,51 = 0,49$$

Застапеност на  $^{79}\text{Br}$  е **51%**. Застапеност на  $^{81}\text{Br}$  е **49%**.

5 п.

**1B.** Дали изотопите  $^{79}\text{Br}$  и  $^{81}\text{Br}$  имаат различни хемиски својства?

1+1 п.

ДА

НЕ

Образложение: **имаат ист број електрони од кои зависат хемиските својства**

**1C.** Колку различни типа молекули на  $\text{Br}_2$  постојат со оглед на изотопскиот состав?

**3**

**( $^{79}\text{Br}-^{79}\text{Br}$ ;  $^{79}\text{Br}-^{81}\text{Br}$ ;  $^{81}\text{Br}-^{81}\text{Br}$ )**

Кои се нивните молекулски маси (користи ги целобројните вредности 79 u и 81 u)?

**158; 160; 162**       $79+79=158$ ;  $79+81=81+79=160$ ;  $81+81=162$

Колкава е веројатноста (во проценти) за појавување на секоја од тие молекули во природата? Предвиди приближно.

**25%: 50%: 25% или 1:2:1** за 158:160:162 (за 79/81 и 81/79 две можни комбинации)

1+1+1 п.



## 2. Анализа на карбонатна смеса

Пред стотици милиони години, она што денес го гледаме како високи планински масиви, како Алпите во Европа или нашите Јакупица и Галичица — било дно на топли, плитки океани. Милијарди морски организми ги таложеле своите калциумови оклопи, создавајќи дебели слоеви на варовник ( $\text{CaCO}_3$ ).

Сепак, во одреден момент, низ овие наталожени слоеви почнала да циркулира морска вода богата со магнезиум. Во тивок хемиски процес наречен **доломитизација**, дел од калциумот во решетката бил заменет со магнезиум. Така се родил минералот **доломит** – природната смеса на  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$ .

Иако од далечина изгледаат како обичен камен, за науката и индустријата, соодносот на магнезиумот и калциумот е многу важен. На пример, во **земјоделството**: Почвите често стануваат премногу кисели поради вештачките ѓубрива или киселите дождови и се користи мелен доломит за неутрализација на почвата.

- Ако почвата има дефицит на магнезиум (кој е срцето на молекулата на хлорофилот), треба доломит со висок процент на  $\text{MgCO}_3$ , а ако треба само корекција на рН вредноста, доволен е обичен варовник.

Имаш примерок од минерална смеса која содржи само чист  $\text{MgCO}_3$  и  $\text{CaCO}_3$  и твојата цел е да го одредиш составот на смесата користејќи два различни пристапи врз два посебни примероци од истиот материјал.

### МЕТОД А: Термичка анализа (Гравиметрија)

Земаш прв примерок од смесата со маса од **10,00 g**. Ја ставаш во порцеланско лонче и ја загреваш во муфална печка на  $900\text{ }^\circ\text{C}$  до константна маса. Масата на остатокот по загревањето до цврсти оксиди е **5,12 g**.

### МЕТОД Б: Реакција со киселина (Гасометрија)

Земаш втор примерок од истата смеса, исто така со маса од **10,00 g**. Кон него додаваш вишок на концентрирана хлороводородна киселина ( $\text{HCl}$ ) и го собираш ослободениот гас во еудиометар (специјален сад за собирање на гасови).

### Задачи:

#### 2.1. Хемиски равенки

1 п.

Напиши ги израмнетите хемиски равенки за:

- Термичкото разложување на двата карбонати.
- Реакцијата на двата карбонати со  $\text{HCl}$ .





## 2.2. Пресметка на составот (од Метод А)

7 п.

Пресметај ја масата на  $\text{MgCO}_3$   $\text{CaCO}_3$  во 10 g од смесата. Постави систем равенки каде  $x$  е масата на  $\text{MgCO}_3$ , а  $y$  е масата на  $\text{CaCO}_3$ .

Помош: Прва равенка: вкупна маса на смесата ( $x + y = 10,00$ ). Втора равенка: вкупна маса на цврстиот остаток.

$$M(\text{MgCO}_3) = 84,32 \text{ g/mol}, M(\text{MgO}) = 40,31 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100,09 \text{ g/mol}, M(\text{CaO}) = 56,08 \text{ g/mol}$$

$$1. x + y = 10,$$

$$2. x \cdot (40,31/84,32) + y \cdot (56,08/100,09) = 5,12$$

$$0,478 \cdot x + 0,560 \cdot y = 5,12$$

Замена од првата во втората равенка:  $x = 10 - y$

$$0,478 \cdot (10 - y) + 0,560 \cdot y = 5,12$$

$$4,78 - 0,478 \cdot y + 0,560 \cdot y = 5,12$$

$$(0,560 - 0,478) \cdot y = 5,12 - 4,78$$

$$0,082 \cdot y = 0,34$$

$$y = 0,34/0,082 = 4,15 \text{ g}$$

$$x = 10 - 4,15 = 5,85 \text{ g}$$

$$\underline{m(\text{MgCO}_3) = 5,85 \text{ g}; m(\text{CaCO}_3) = 4,15 \text{ g}}$$

## 2.3. Предвидување (за Метод Б)

2 п.

Врз основа на масите ( $x$  и  $y$ ) што ги доби во претходниот чекор, пресметај колкав волумен на гас (во  $\text{dm}^3$ ) би требало теориски да се измери во Методот Б. Ако не успеа да добиеш резултат во 2.2, земи 5 g  $\text{MgCO}_3$  и 5 g  $\text{CaCO}_3$ .

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{MgCO}_3) + n(\text{CaCO}_3)$$

$$n = m/M$$

$$n(\text{CO}_2) = 5,85 \text{ g}/84,32 \text{ g/mol} + 4,15 \text{ g}/100,09 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = 0,0694 \text{ mol} + 0,0415 \text{ mol} = 0,1109 \text{ mol}$$

$$V(\text{CO}_2) = n \cdot V_m = 0,1109 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol} = 2,484 \text{ dm}^3 \quad V(\text{CO}_2) = 2,48 \text{ dm}^3$$

$$n(\text{CO}_2) = 5 \text{ g}/84,32 \text{ g/mol} + 5 \text{ g}/100,09 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = 0,0593 \text{ mol} + 0,0500 \text{ mol} = 0,1093 \text{ mol}$$

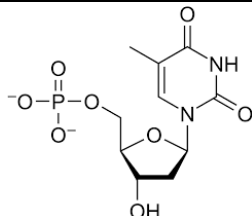
$$V(\text{CO}_2) = n \cdot V_m = 0,1093 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol} = 2,448 \text{ dm}^3 \quad V(\text{CO}_2) = 2,45 \text{ dm}^3$$

3. Нуклеинските киселини се носители на генетската информација во клетката и учествуваат во нејзиниот пренос и експресија преку процеси кои се одвиваат во јадрото и цитоплазмата.

(10 поени)

A) Нацртај ја структурата на нуклеотидот составен од: деоксирибоза, тимин и фосфатна група.

(3 п)



B) Во која позиција се поврзува азотната база со шеќерната компонента?

C1 позиција. (1 п)

C) Каков тип врска се формира меѓу нуклеотидите во DNA?

фосфодиестерска врска. (1 п)

D) Доколку нуклеотидот е составен дел на RNA шеќерната компонента ќе биде рибоза

, додека пак аденинот ќе биде заменет со урацил. (1 п)

Дадена е DNA секвенцата:

5' – ATG CCT TTA GGC TTA – 3'

E) Напиши ја соодветната mRNA секвенца.

5' – AUG CCU UUA GGC UUA – 3' (1 п)

F) Колку аминокиселини ќе се синтезираат? Кратк објасни зошто. 5

5 кодони составени од 3 нуклеотиди (1 п)

G) Процесот на синтеза на RNA од DNA се нарекува транскрипција,

и се одвива во јадрото. (1 п)

H) Во процесот на транслација учествуваат рибозомите (органели) и

t RNA (тип RNA). (1 п)

4. Протеините се биомакромолекули изградени од аминокиселини поврзани со пептидни врски. Одредени аминокиселини учествуваат во стабилизација на структурата преку различни типови на интеракции. (10 поени)

Дадени се формулите на три  $\alpha$ -аминокиселини:

- I.  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2-\text{SH})-\text{COOH}$
- II.  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$
- III.  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2-\text{COOH})-\text{COOH}$

A) Именувај ги аминокиселините. (3 п)

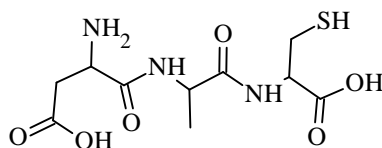
- I. Цистеин
- II. Аланин
- III. Аспарагинска киселина

B) Подреди ги според следниот редослед: неполярна  $\rightarrow$  поларна  $\rightarrow$  кисела. (1 п)

Аланин  $\rightarrow$  Цистеин  $\rightarrow$  Аспарагинска киселина

Од дадените аминокиселини се формира трипептид по следниот редослед: III – II – I

C) Напиши ја реакцијата на формирање на трипептидот. (1 п)



D) При формирање на трипептидот се ослободуваат 2 молекули вода и при тоа се формираат 2 пептидни врски. (1 п)

За добиениот трипептид (III – II – I) одговори на следните прашања:

E) Колкав ќе биде вкупниот полнеж при  $\text{pH} = 2$ ? +1 (1 п)

F) Дали овој пептид дава позитивна биуретска реакција? Објасни зошто.

Да, поради пептидните врски (1 п)

G) Дали овој пептид дава позитивна ксантопротеинска реакција? Објасни зошто.

Не, нема ароматични аминокиселини (1 п)

H) Ако во структурата на пептидот се замени аминокиселината II со тирозин, каква ќе биде ксантопротеинската реакција? Објасни.

Тирозин има ароматичен прстен, кој дава жолто обојување (1 п)



## 5. Замислен експеримент

### Мистеријата на жолтиот неметал **X** и кристалот на металот **M**

#### Вовед

Во една училишна лабораторија се пронајдени неколку супстанции без ознаки. Твоја задача како млад хемичар е да го следиш патот на реакциите на еден неметал, да го идентификуваш најраспространетиот метал во земјината кора и на крајот да ја одредиш прецизната молекуларна формула на добиениот кристал.

#### ДЕЛ I: Квалитативна анализа

Следи ги опишаните трансформации и идентификувај ги супстанциите:

- 1. Согорување:** Еден цврст неметал со карактеристична жолта боја (**супстанца X**) се пали. Тој гори со син пламен и ослободува безбоен гас (**супстанца Y**) со остар мирис на запалено дрвце од кибрит.
- 2. Катализа:** Гасот **Y** во присуство на катализатор ( $V_2O_5$ ) реагира со дополнителен кислород и преминува во **супстанца Z**.
- 3. Хидратација:** Супстанцата **Z** внимателно се раствора во вода, при што се добива силна, двобазна неорганска киселина (**супстанца A**). Оваа киселина понекогаш се нарекува „мајка на сите хемикалии“.
- 4. Реакција со метал:** Киселината **A** реагира со метал **M** (најраспространетиот метал во земјината кора). Во оваа реакција се ослободува запалив гас **G** и се формира раствор од сол **S**.
- 5. Докажување:** Кога во растворот на солта **S** ќе се додаде раствор од бариум хлорид, се формира густ, бел талог кој не се раствора во азотна киселина.

#### ДЕЛ II: Квантитативна анализа

Врз основа на податоците од ДЕЛ I, реши ги следните задачи:

#### Задача А: Волумен на гасот **G**

Познато е дека низ низата реакции опишани во ДЕЛ I, од секој мол на почетниот елемент **X** теоретски се добива точно еден мол од гасот **G**. Со примена на формулите за количество супстанца и моларен волумен, пресметај го волуменот на гасот **G** (во  $dm^3$ ) што би се ослободил при стандардни услови ако на почетокот согорат точно **3,21 g** од чистиот елемент **X**.

#### Задача Б: Формула на кристалохидратот

Со внимателно испарување на растворот од солта **S**, добиваш чисти кристали кои претставуваат кристалохидрат. За да ја откриеш неговата точна формула, вршиш термичка анализа:

1. Земаш мостра од хидратизираната сол **S** со маса од **33,30 g**.
2. Ја загреваш додека сета врзана вода не испари.
3. Масата на преостанатата „сува“ (анхидрирана) сол изнесува **17,11 g**.

#### Барања (запиши ги на следните 2 страници):

- 5.1. Откриј го идентитетот на: **X, Y, Z, A, M, S** и **B**.
- 5.2. Напиши ги сите израмнети хемиски равенки за процесите во ДЕЛ I.
- 5.3. Пресметај го волуменот на гасот **G**.
- 5.4. Одреди ја формулата на кристалохидратот.



Одговори:

ДЕЛ I.

5.1. Напиши го хемискиот симбол на соодветниот елемент

(7x0,3=2,1 п.)

X	Y	Z	A	M	S	B
S	SO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Al	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	H <sub>2</sub>

Доколку не е точно одреден металот М, тој не е бодиран, но бодирани се соодветните соли со сулфурна киселина

5.2. Напиши ги равенките на хемиските реакции:

(5x0,6=3,0 п.)

1	$S + O_2 = SO_2$ или $S_8 + 8O_2 = 8SO_2$
2	$SO_2 + \frac{1}{2} O_2 = SO_3$ или $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$
3	$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$
4	$3H_2SO_4 + 2Al = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$
5	$Al_2(SO_4)_3 + 3BaCl_2 = 3BaSO_4(s) + 2AlCl_3$

ДЕЛ II.

5.3



$n(S) = m/M = 3,21 \text{ g}/32,07 \text{ g/mol} = 0,10 \text{ mol}$



$n(S) = n(H_2)$

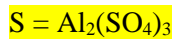
$V(H_2) = V(G) = n \cdot V_m = 0,10 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3 = 2,24 \text{ dm}^3$

$V = \underline{2,24} \text{ dm}^3$

(2,5 п.)



5.4



$$M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342,17 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 33,33 \text{ g}$$

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 17,11 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}) - m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 31,51 \text{ g} - 17,11 \text{ g} = 16,22 \text{ g}$$

$$n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : n(\text{H}_2\text{O}) = (17,11 \text{ g}/342,17 \text{ g/mol}) : (16,22 \text{ g}/18,02 \text{ g/mol}) = 0,05 : 0,90 = 1 : 18$$

$$x = 18$$

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

(2,5 п.)



## ПЕРИОДЕН СИСТЕМ

1 <b>H</b> 1.008																	2 <b>He</b> 4.003
3 <b>Li</b> 6.941	4 <b>Be</b> 9.012											5 <b>B</b> 10.81	6 <b>C</b> 12.01	7 <b>N</b> 14.01	8 <b>O</b> 16.00	9 <b>F</b> 19.00	10 <b>Ne</b> 20.18
11 <b>Na</b> 22.99	12 <b>Mg</b> 24.31											13 <b>Al</b> 26.98	14 <b>Si</b> 28.09	15 <b>P</b> 30.97	16 <b>S</b> 32.07	17 <b>Cl</b> 35.45	18 <b>Ar</b> 39.95
19 <b>K</b> 39.10	20 <b>Ca</b> 40.08	21 <b>Sc</b> 44.96	22 <b>Ti</b> 47.88	23 <b>V</b> 50.94	24 <b>Cr</b> 52.00	25 <b>Mn</b> 54.94	26 <b>Fe</b> 55.85	27 <b>Co</b> 58.93	28 <b>Ni</b> 58.69	29 <b>Cu</b> 63.55	30 <b>Zn</b> 65.39	31 <b>Ga</b> 69.72	32 <b>Ge</b> 72.61	33 <b>As</b> 74.92	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.90	36 <b>Kr</b> 83.80
37 <b>Rb</b> 85.47	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.91	40 <b>Zr</b> 91.22	41 <b>Nb</b> 92.91	42 <b>Mo</b> 95.94	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101.1	45 <b>Rh</b> 102.9	46 <b>Pd</b> 106.4	47 <b>Ag</b> 107.9	48 <b>Cd</b> 112.4	49 <b>In</b> 114.8	50 <b>Sn</b> 118.7	51 <b>Sb</b> 121.8	52 <b>Te</b> 127.6	53 <b>I</b> 126.9	54 <b>Xe</b> 131.3
55 <b>Cs</b> 132.9	56 <b>Ba</b> 137.3	57 <b>La</b> 138.9	72 <b>Hf</b> 178.5	73 <b>Ta</b> 181.0	74 <b>W</b> 183.8	75 <b>Re</b> 186.2	76 <b>Os</b> 190.2	77 <b>Ir</b> 192.2	78 <b>Pt</b> 195.1	79 <b>Au</b> 197.0	80 <b>Hg</b> 200.6	81 <b>Tl</b> 204.4	82 <b>Pb</b> 207.2	83 <b>Bi</b> 209.0	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)
87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> 226.0	89 <b>Ac</b> 227.0	104 <b>Rf</b> (261)	105 <b>Db</b> (262)	106 <b>Sg</b> (263)	107 <b>Bh</b> (262)	108 <b>Hs</b> (265)	109 <b>Mt</b> (266)	110 <b>Ds</b> (281)	111 <b>Uuu</b> (272)	112 <b>Uub</b> (285)	113 <b>Uut</b> (284)	114 <b>Uuq</b> (289)	115 <b>Uup</b> (288)			

58 <b>Ce</b> 140.1	59 <b>Pr</b> 140.9	60 <b>Nd</b> 144.2	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150.4	63 <b>Eu</b> 152.0	64 <b>Gd</b> 157.3	65 <b>Tb</b> 158.9	66 <b>Dy</b> 162.5	67 <b>Ho</b> 164.9	68 <b>Er</b> 167.3	69 <b>Tm</b> 168.9	70 <b>Yb</b> 173.0	71 <b>Lu</b> 175.0
90 <b>Th</b> 232.0	91 <b>Pa</b> 231.0	92 <b>U</b> 238.0	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lr</b> (262)