

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»



Завдання II етапу

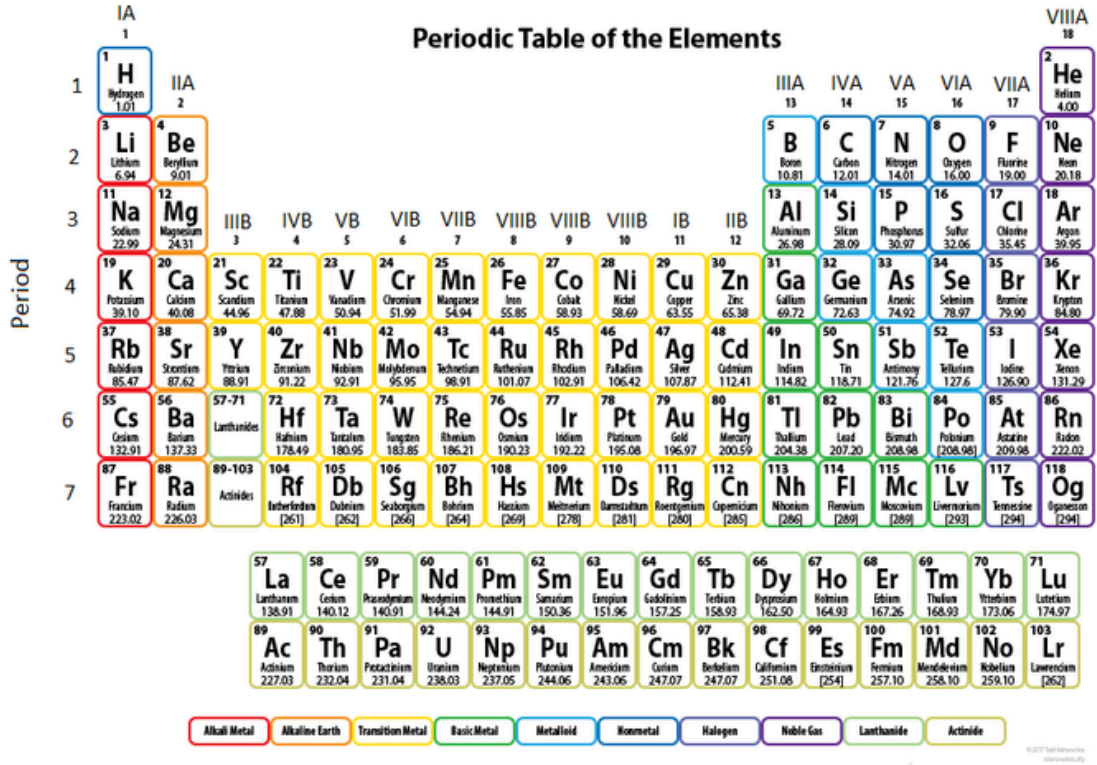
Всеукраїнського відбору учасників Міжнародної
молодіжної наукової олімпіади IJSO 2024
(International Junior Science Olympiad)



Блок запитань з хімії

Періодична таблиця хімічних елементів

Periodic Table of the Elements



Legend:

- Alkali Metal
- Alkaline Earth
- Transition Metal
- Basic Metal
- Metalloid
- Nonmetal
- Halogen
- Noble Gas
- Lanthanide
- Actinide

ТАБЛИЦЯ РОЗЧИННОСТІ

СУМІШІ, РОЗЧИННИ

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺	
OH ⁻	—	P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	H	H	—	—	H	H	H	
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	P	P	—	H	P	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	P	P	P	H	H	H	M	P
S ²⁻	P	P	P	P	P	—	—	—	H	—	—	H	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	H	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	—	H	?	H	H	?	M	H	H	H	?	?	?
HSO ₃ ⁻	P	?	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	M	—	H	P	P	
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	?	?	?	—	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	M	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	—	H	H	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	?	?	?	H	?	?	?	M	H	?
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	P	?	?	?	—	?	?
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	H	H	H	H	?	H	?	H
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	P	—	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	—
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	?	?	?	?	?	H	H	?	?	?	?	?

розчиняє (більше 1 г в 100 грамах)
 малорозчинний (від 1 г до 0,001 г в 100 грамах)
 нерозчинний (менше 1 г в 100 грамах)
 не бачують абстрактної достовірної інформації
 реагує з водою, утворюючи розчинні осадки, газує, розкладається

розчинник + розчинювана речовина = розчин

таблиця розчинності, шкала pH (pH 1-14), таблиця окисно-відновних потенціалів



II етап Всеукраїнського відбору IJSO 2024

Сталі:

Універсальна газова стала $0,08206 \text{ л} \cdot \text{атм} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1} = 8,314 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$

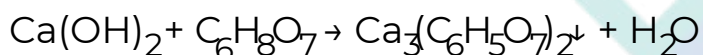
Молярний об'єм газу (0 °C, 101,325 кПа) дорівнює $22,41 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1}$

Атмосферний тиск $101,325 \text{ кПа} = 760 \text{ мм.рт.ст.} = 1 \text{ атм}$

Виноградний сік

Виноградний сік одержують вичавлюванням зі стиглих грон винограду на потужних промислових пресах. Він є надзвичайно корисним, оскільки містить різноманітні макроелементи в іонній формі, що потрібні для обміну речовин, органічні кислоти, вітаміни та інші корисні біологічно активні речовини.

1. При недотриманні умов зберігання на дно ємності з виноградним соком може випасти осад, який є сіллю металу та двоосновної органічної кислоти. Ця речовина зашифрована як сполука **A**. При прожарюванні 10 г цієї солі в муфельній печі за температури 700°C утворюється 4,89 г карбонату металу, який при взаємодії з надлишком хлоридної кислоти за температури 25°C утворює 1,42 л вуглекислого газу. Ідентифікуйте метал, який утворює сіль **A**.
2. Визначте індекси x , y , z в брутто формулі органічної кислоти $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$, що утворює сіль **A**, якщо відомо, що масова частка карбону в її молекулі складає 32,005%, а гідрогену – 4,037%. А при пропусканні газу, що виділяється в результаті повного окиснення 0,01 моль кислоти через вапняну воду утворюється нерозчинний осад масою 4г.
3. Напишіть брутто-формулу невідомої солі **A**.
4. При визначенні вмісту органічної цитратної кислоти $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ методом осадження в хімічних лабораторіях використовують її взаємодію з розчинними сполуками кальцію, що відбувається за реакцією:





II етап Всеукраїнського відбору IJSO 2024

4.1. Порахуйте суму коефіцієнтів реагентів та продуктів реакції осадження цитратної кислоти кальцій гідроксидом.

4.2. При змішуванні 100 мл виноградного соку (густина соку дорівнює 1,17 г/см³) з 50 мл водного розчину кальцій нітрату, в якому масова частка розчиненої речовини складає 10%, утворилось 0,0455 г нерозчинного кальцій цитрату $\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$. Визначте, яка маса (в міліграмах) цитратної кислоти міститься в 1 л соку. Розчинністю кальцій цитрату знехтувати. Відповідь округлити до цілого числа.

5. Кислотність є важливою характеристикою харчових продуктів, в тому числі фруктових соків. Кислотність соків зумовлена наявністю в них розчинних органічних карбонових кислот.

Для визначення кислотності виноградного соку користувались такою методикою: в мірну колбу на 250 мл за допомогою піпетки відміряли 10 мл досліджуваного соку та доводили загальний об'єм розчину в колбі дистильованою водою до 250 мл. З мірної колби мірною піпеткою відбирали 25 мл зразка та титрували розчином калій гідроксиду з концентрацією 0,01 моль/л. На повну нейтралізацію відібраного зразка було витрачено 1,7 мл розчину лугу.

5.1. За результатами титрування розрахуйте молярну концентрацію карбоксильних груп в досліджуваному соці. Відповідь дайте з точністю до тисячних.

(Відповідь записати у відповідній одиниці вимірювання)

5.2. Припускаючи, що кислотність соку надає ацетатна кислота CH_3COOH , порахуйте її масову частку (у %) в вихідному виноградному соці. Відповідь дайте з точністю до десятих.

5.3. Яким буде рН розчину за визначеної концентрації CH_3COOH ? Густина розчину дорівнює 1,00 г/см³, а константа дисоціації ацетатної кислоти складає $1,74 \cdot 10^{-5}$.

Блок запитань з біології

1. На рис. 1 представлено органи розмноження двох видів квіткових рослин. Виберіть правильні твердження.

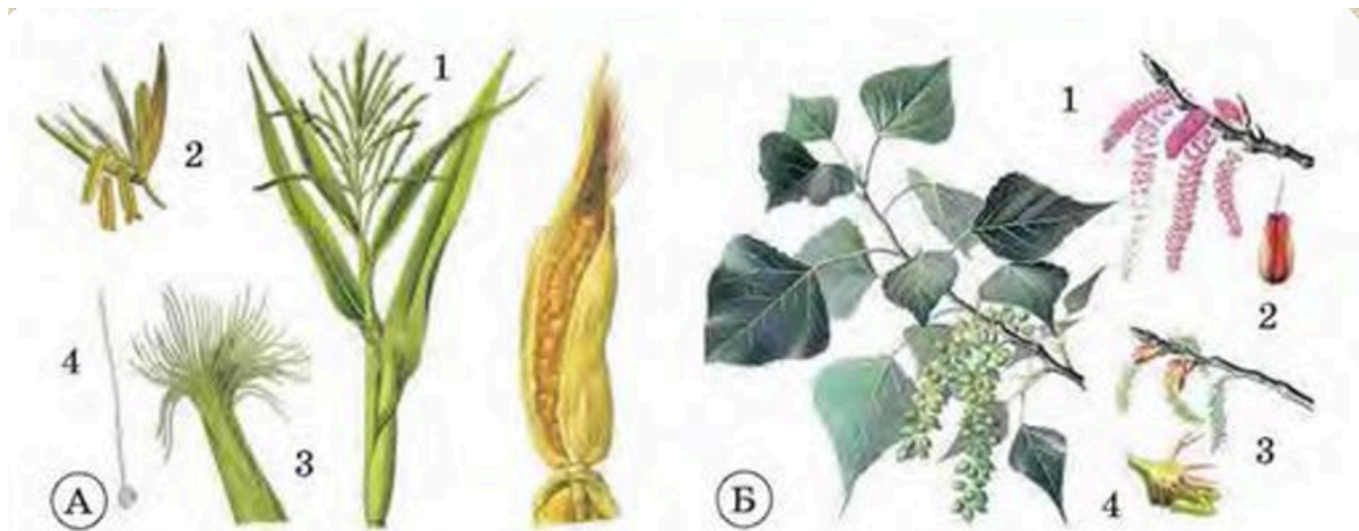


Рис.1

- А – однодомна рослина, квітки якої одностатеві
- А – однодомна рослина, квітки якої двостатеві
- А – дводомна рослини, квітки якої одностатеві
- А – дводомна рослина, квітки якої двостатеві
- Б – дводомна рослина, квітки якої одностатеві
- Б - дводомна рослина, квітки якої двостатеві
- Б – однодомна рослина, квітки якої одностатеві
- Б – однодомна рослина, квітки якої двостатеві
- 1 – чоловіче суцвіття
- 1 – жіночі суцвіття
- 2 – чоловіча квітка
- 2 – жіноча квітка
- 3 – чоловіче суцвіття
- 3 – жіноче суцвіття
- 4 – жіноча квітка
- 4 – чоловіча квітка



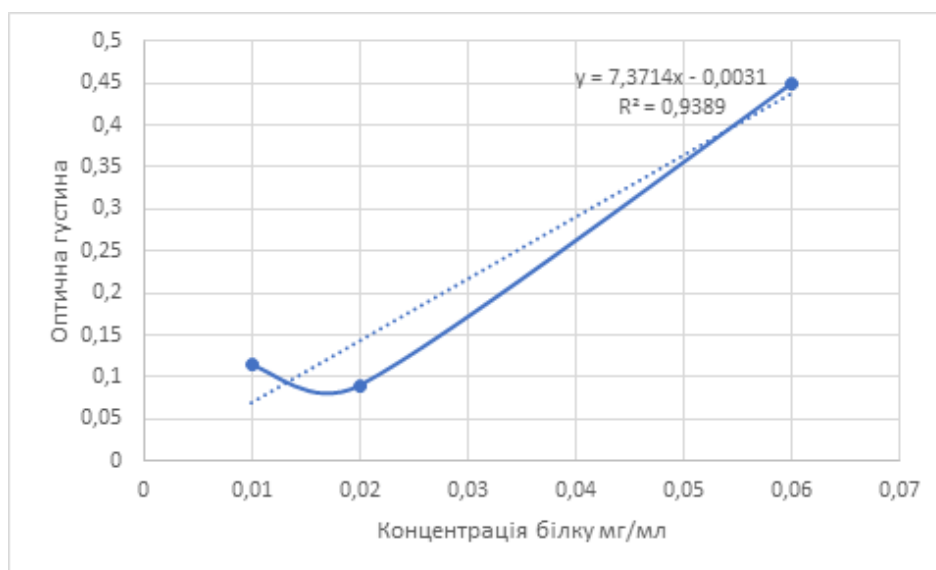
2. Встановіть відповідність між типом плоду та рослиною, яка має цей плід

- А) стручок
- Б) сім'янка
- В) яблуко
- Г) біб



3. Учнями було побудовано калібрувальний графік для визначення кількості білку, який представлено на рис. 2.

Визначіть, кількість білку у дослідному зразку, якщо оптична густина зразку складала 1,299. Число-відповідь має містити два знаки після коми та відповідну одиницю вимірювання.



4. Задача

Світловолосий кароокий чоловік,
В якого у сім'ї всі мали карі очі,
Блакитнооку жінку покохав на вік
З волоссям, чорним наче крила ночі.
У неї матінка білява і струнка,
Хоч дехто скаже нам, що це і не важливо,
Тож в нас історія виходить тут така,
Що діти в них народяться, можливо.
Якими будуть чада молоді:
Чорняві, кароокі, білі чи руді ?



5. Учений графічно зобразив процеси, які відбуваються під час полімеразної ланцюгової реакції, див. Рис. 3.

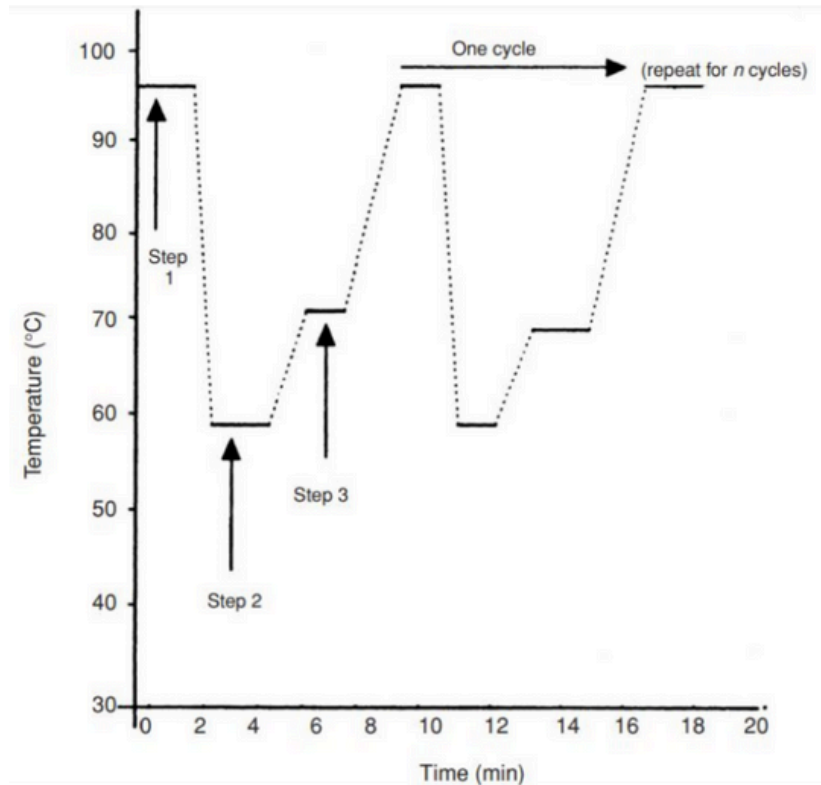


Рис. 3. Графічне зображення полімеразної ланцюгової реакції

5.1. Скільки часу триває один цикл полімеразної ланцюгової реакції, зображеної на рисунку:

- 8 хвилин
- 16 хвилин
- 2 хвилини
- 2 секунди

5.2. При якій температурі відбувається денатурація ДНК?

- 700C
- 580C
- 950C
- даний процес під час полімеразної ланцюгової реакції не відбувається

5.3. Скільки повних циклів полімеразної ланцюгової реакції представлено на Рис. 3.

- 3 цикли
- 2 цикли
- 7 циклів
- n циклів

5.4. Скільки часу триває стадія відпалу, полімеразної ланцюгової реакції, яка зображена графічно?

- 1 хвилина
- 2 хвилини
- 8 хвилин
- 16 хвилин

6. Грейхаунд – найшвидша порода собак у світі (Рис. 4) , в офіційних документах зазначено, що середня швидкість представника цієї породи 65 км/год, хоча деякі представники цієї породи досягають швидкості 72 км/год.



Рис. 4. Собака породи грейхаунд

Які пристосування цієї породи дозволяють її представникам розвивати такі швидкості:

- Довгі вигнуті пальці зібрані в потужну кисть із міцними подушечками.
- Тонкі кістки.
- М'язисті гомілки та стегна.
- Довгі кігті.
- Довгий вигнутий хвіст.
- Обтічна форма тіла.

7. USP1 є важливим геном, який контролює проліферацію клітин та репарацію молекули ДНК. Мутації у гені USP1 можуть стати причиною розвитку різних онкопатологій. За допомогою ПЛР реакції синтезували ген USP1 із зразків отриманих від пацієнтів з різними онкопатогіями. В подальшому його вивчали за допомогою реакції рестрикції з використанням рестриктази Sall, який має один сайт рестрикції на геніві USP1. Отримані результати рестрикції аналізували за допомогою агарозного гель-електрофорезу. Розгляньте електрофореграми (рис. 5) та дайте відповіді на наступні питання:

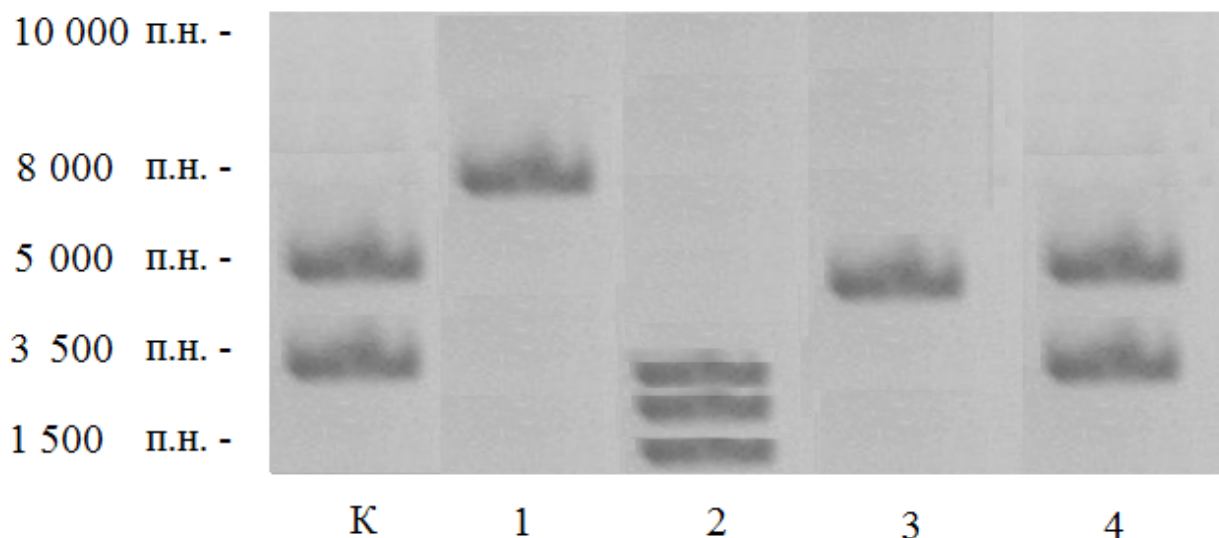


Рис. 5. К – USP1 у нормі; 1 – перший пацієнт; 2 – другий пацієнт; 3 – третій пацієнт; 4 – четвертий пацієнт.

7.1. Який розмір гена USP1 в нормі?

- 110 000 п.н.
- 5 000 п.н.
- 7 500 п.н.
- 3 500 п.н.
- 8 500 п.н.
- 1 500 п.н.

7.2. Поясніть, що відбулося з геном USP1 у зразках кожного пацієнта.

8. Вчені використовують різноманітні молекулярно-генетичні методи, які дозволяють краще зрозуміти механізми функціонування білка USP1 та сигнальні шляхи в яких він бере участь. Клітини лейкемії обробили інгібітором, який порушує взаємозв'язок USP1 із білком кофактором. Після цього клітини вивчали за допомогою імунофлуоресцентного аналізу з подальшою конфокальною мікроскопією. Розгляньте мікрофотографії (Рис. 6) та дайте відповіді на наступні питання.

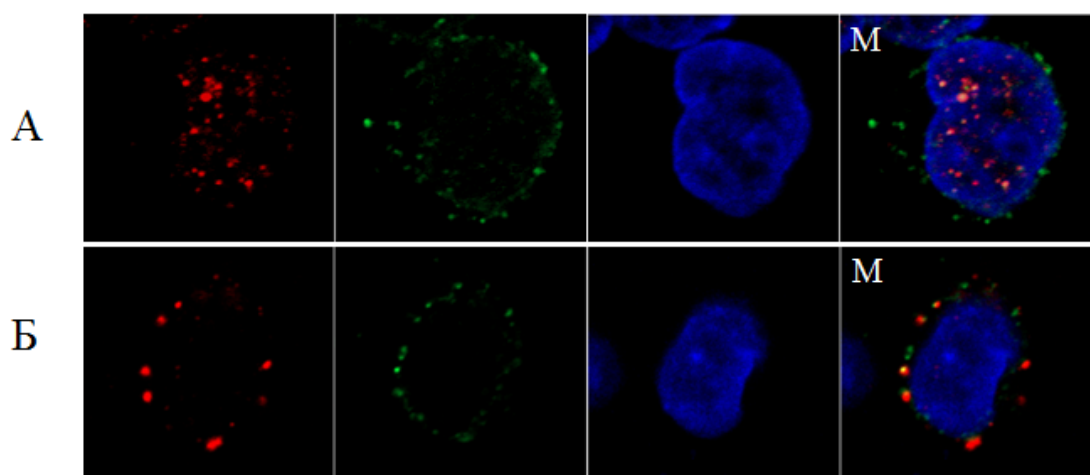


Рис. 6. Клітини лейкемії до (А) та після (Б) дії інгібітору. Білок USP1 (червоне), мембранні білки (зелене). Ядра дофарбовані ДНК-зв'язувальним барвником (синє). М - накладання зображень трьох спектрів.



II етап Всеукраїнського відбору IJSO 2024

8.1. Визначити місце локалізації білка USP1 у клітинах лейкемії до дії інгібітора (Рис.6, А)

- цитоплазма
- комплекс Гольджі
- мітохондрії
- рибосоми
- ядро
- мембрана

8.2. Визначте, яку роль виконує кофактор по відношенню до білка USP1?

9. Нижче наведено назви типів клітин людського організму:

- a. Міоцити гладенької мускулатури товстого кишківника
- b. Епітеліоцити шкіри людини (епідермісу)
- c. Гепатоцити
- d. В-лімфоцити
- e. Еритроцити
- f. Фібробласти
- g. Міоцити посмугованих м'язів
- h. Тромбоцити
- i. Епітеліоцити клітин тонкого кишківника
- j. Епітеліоцити клітин ротової порожнини
- k. Ліпоцити

З'ясуйте, які з перерахованих клітин можуть мати наведені нижче властивості чи структури.

Можуть бути в нормі поліплоїдами **(I)**

Мають ектодермальне походження **(II)**

Мають ентодермальне походження **(III)**

Відсутнє ядро **(IV)**

Містять у своєму складі саркоплазму **(V)**

Здатні до синтезу антитіл **(VI)**

Містять в своєму складі елементи цитоскелету–актинові філаменти **(VII)**

10. Вчений висіяв три штами мікроорганізмів у пробірки з живильним селективним середовищем та забув їх підписати. Далі поставив їх у термостат для розмноження бактерій. Через чотири дні вчений достав з термостату пробірки. Допоможи вченому з`ясувати які бактерій були посіяні в кожній з пробірок (Рис. 7).

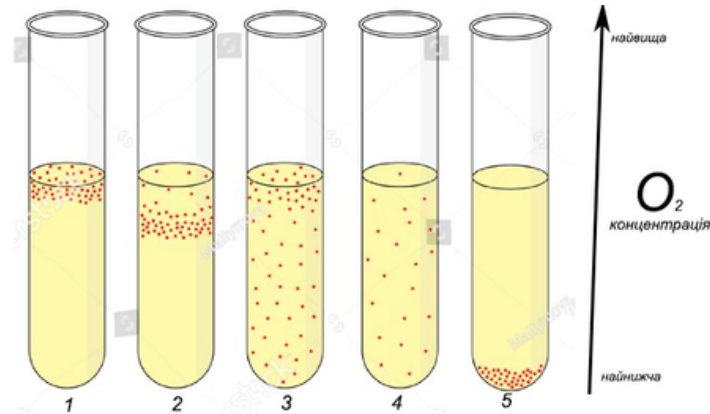


Рис. 7. Результати вирощування бактерій

Бактерії, які запланував висіяти вчений:

I. Молочно-кислі бактерії – аеротолерантні анаероби, які розмножуються в безкисневому середовищі, але на відміну від облигатних анаеробів – кисень для них не є токсичним

II. Клостридій ботулінум – анаероб

III. Гелікобактер пілорі – мікроаерофільна бактерія, яка вимагає для розмноження кисень, але в нижчій концентрації, ніж в атмосфері;

IV. Золотистий стафілокок – факультативний анаероб, який краще розмножується в кисневому середовищі, але за його відсутності здатний розмножуватися у безкисневому;

V. Кишкова паличка – аероб;

- 1-I, 2-II, 3-III, 4-IV, 5-V
- 1-V, 2-III, 3-IV, 4-I, 5-II
- 1-V, 2-IV, 3-III, 4-I, 5-II
- 1-V, 2-IV, 3-III, 4-II, 5-I
- 1-II, 2-III, 3-IV, 4-I, 5-V
- 1-I, 2-IV, 3-III, 4-II, 5-V



Блок запитань з фізики

1. «Коктейль»

У посудину залили дві різні порції рідини: велику за масою порцію рідини з густиною 400 кг/м^3 та невелику за масою порцію рідини з густиною 800 кг/м^3 . Виявилось, що отримана суміш рідин має густину, що точно дорівнює одному з наведених нижче значень. Знайдіть цю густину, не розв'язуючи рівнянь.

- 200 кг/м^3
- 400 кг/м^3
- 500 кг/м^3
- 600 кг/м^3
- 700 кг/м^3
- 800 кг/м^3
- 1200 кг/м^3

2. «Незворотний процес»

Два цілком однакових за розмірами та властивостями суцільних однорідних кубика лежать на горизонтальній поверхні так, що дотикаються один до одного бічними гранями. Якщо їх нагріти на певну кількість градусів ΔT , кожен з кубиків збільшить довжину своєї сторони від a до $(a + \Delta a)$. А якщо після цього кубики охолодити на ті ж самі ΔT градусів, то вони повернуть свій початковий розмір сторони a . Визначте якою стане відстань між найближчими поверхнями кубиків після проведених маніпуляцій.

- $2 \cdot \Delta a$
- Δa
- a
- $a + \Delta a$
- $\Delta a / 2$
- 0
- жодна формула не підходить!

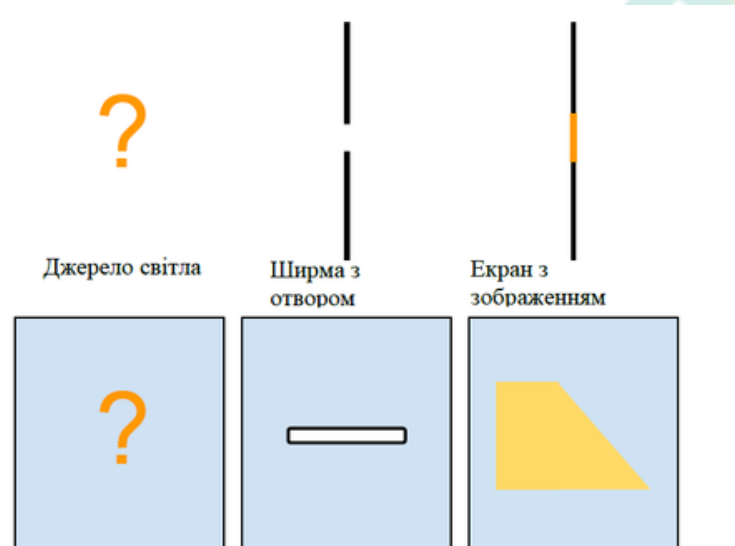
3. «50 на 50».

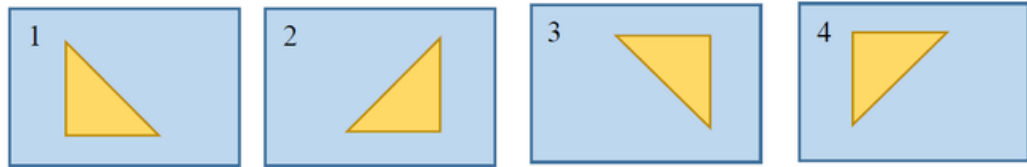
У герметичному балоні сталого об'єму знаходиться вуглекислий газ CO_2 за деякої температури. Внаслідок нагрівання газу, його температура виросла з 39°C до 1911°C , а половина усіх молекул CO_2 перетворилася на молекули CO та O_2 . У скільки разів збільшився тиск газу в балоні? Відомо, що тиск газу прямо пропорційний концентрації його молекул та його абсолютній температурі.

- 7
- 8,75
- 10,5
- 14
- 61,25
- 73,5
- 98

4. «Камера обскура»

На малюнку зображена камера-обскура, в якій світло йде від джерела деякої невідомої форми крізь вузький отвір, зроблений у непрозорій ширмі, та створює зображення на екрані. Джерело світла, ширма з отвором та екран розташовані у вертикальних паралельних площинах. У першому рядку рисунка наведений вигляд цих пластин збоку, у другому рядку зображені ширма з отвором та екран із зображенням джерела, якщо дивитись на них перпендикулярно до їх поверхні в напрямку від джерела до екрану (зліва направо). Визначити форму джерела світла, якщо можливий його варіант наведений в третьому рядку рисунка.





- 1
- 4
- Може як 1, так і 2.
- 2
- 3
- Може як 3, так і 4.
- жодна з наведених відповідей не є правильною!

5. «Потужний сірник»

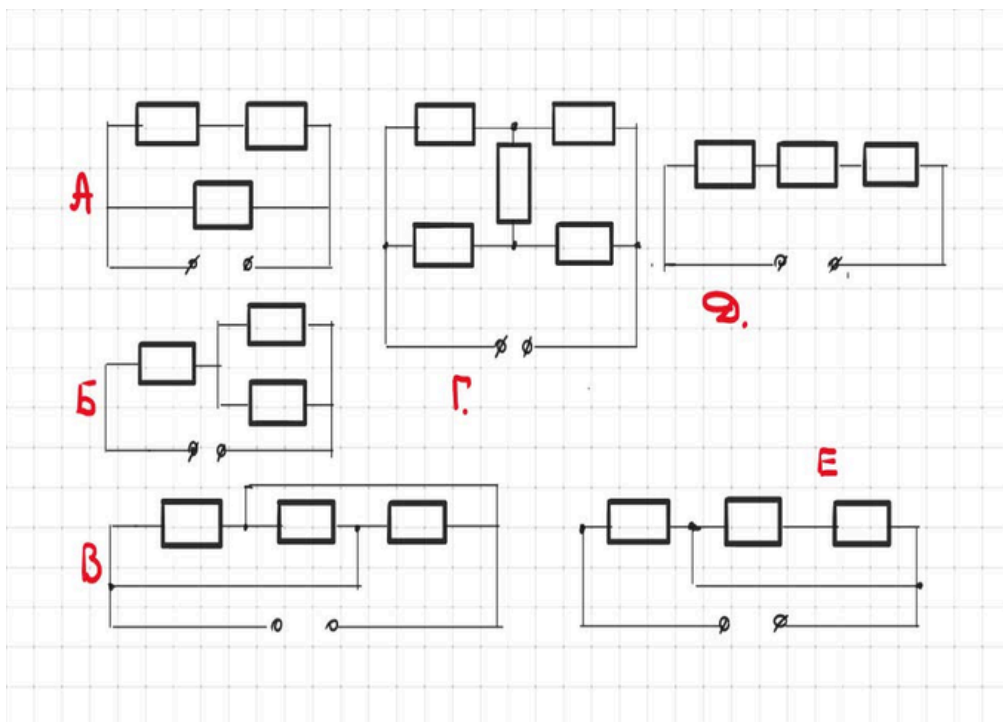
Сірник після спалаху згоряє наполовину за 5 с. Знайдіть його теплову потужність. Розміри сірника: довжина 4 см, переріз 2×2 мм. Густина деревини 500 кг/м³, а питома теплота згорання деревини 10 у сьомому степені 7 Дж/кг.

- 0,4 Вт;
- 5 Вт;
- 20 Вт;
- 80 Вт;
- 100 Вт;
- 160 Вт;
- Правильна відповідь не наведена.



6. «Електричні головоломки».

До ідеального джерела постійної напруги підключають однакові резистори, з'єднані так, як намальовано на схемах. Визначити, яка схема забезпечить виділення на з'єднанні резисторів найбільшої теплової потужності.



- А
- Б
- В
- Г
- Д
- Е
- На всіх схемах потужність буде однакою





II етап

Всеукраїнського відбору IJSO 2024

7. «Магнітна сила»

На горизонтальному лабораторному столі лежить зігнутий під прямим кутом шматок дроту з частинами у 30 см і 40 см і загальним опором 1,5 Ом. До кінців дроту підводять напругу 12 В і вмикають вертикальне магнітне поле індукцією 5 Тл. Яка загальна сила діятиме на дріт з боку магнітного поля?

- 4 Н
- 14 Н
- 20 Н
- 24 Н
- 28 Н
- 36 Н
- 42 Н

8. «Мокрий сніг»

10 г мокрого снігу поклали у теплоізольовану посудину, у якій було 50 г води за температури +10 °С. Після встановлення теплової рівноваги температура води у посудині виявилася рівною +4 °С. Скільки води початково містив у собі мокрий сніг? Питома теплоємність води 4200 Дж/(кг·К), питома теплота плавлення льоду $\lambda = 330$ кДж/кг. Теплоємністю посудини та тепловими втратами знехтувати.

- 1 г
- 1,5 г
- 2,0 г
- 2,2 г
- 3,3 г
- 4 г
- 5 г



II етап

Всеукраїнського відбору IJSO 2024

9. «Час чи відстань?»

Автомобіль із міста в село першу третину часу рухався з середньою швидкістю 50 км/год, а далі зі швидкістю 80 км/год. Назад він перші дві третини шляху проїхав зі швидкістю 80 км/год, а останню третину зі швидкістю 50 км/год. Поїздка у село чи у місто виявилася швидшою й у скільки разів?

- поїздка у село виявилась швидшою в 1,05 рази;
- поїздка у село виявилась швидшою в 1,15 рази;
- поїздка у село виявилась швидшою в 1,25 рази;
- поїздка у місто виявилась швидшою в 1,05 рази;
- поїздка у місто виявилась швидшою в 1,15 рази;
- поїздка у місто виявилась швидшою в 1,25 рази.
- час поїздок був однаковий;

10. «Три цеглини»

Три однакові цеглини довжини L акуратно поклали одна одну стовпчиком на горизонтальну поверхню. Потім середню і верхню цеглини зсунули разом відносно нижньої цеглини паралельно її довгій стороні на відстань x , а після цього верхню цеглину зсунули відносно середньої у тому ж напрямку ще на відстань x . При якому найбільшому з наведених нижче відношень x/L ця конструкція ще не обвалиться?

- 0,10
- 0,15
- 0,20
- 0,25
- 0,30
- 0,35
- 0,40

