

## Олімпіада-2019

Інститут високих технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка розпочинає дистанційний тур Олімпіади 2019 року. За правилами в Олімпіаді можуть брати участь учні випускних класів усіх загальноосвітніх навчальних закладів України або всі бажаючі, що мають повну загальну середню освіту. Олімпіада проходитиме в два тури. Перший – дистанційний тур, другий – очний тур. У завдання першого (дистанційного) туру входять наступні задачі:

Перелік задач дистанційного туру олімпіади 2019 року (додається)

Всі учасники дистанційного туру олімпіади повинні не пізніше 15 березня 2019 року надіслати поштою розв'язки задач (записані в зошиті, а не на окремих аркушах паперу), а також поштовий конверт із маркою та своєю зворотною адресою, або занести особисто в деканат ІВТ, або відповідно оформленні відскановані розв'язки та анкету учасника надіслати на електронну адресу Інституту високих технологій ([abit\\_iht@univ.kiev.ua](mailto:abit_iht@univ.kiev.ua)).

«Анкета учасника» (додається) наклеюється на обкладинку кожного зошита. Запрошення для участі в очному турі будуть завчасно вислані поштою (або електронною поштою). До очного туру будуть запрошені учасники, що отримали 75% від максимального балу хоча б одного блоку (хімія, фізика чи біологія).

Дату, час та місце проведення другого (очного) туру буде повідомлено разом із результатами заочного туру.

**За результатами другого (очного туру) переможці (учасники, що отримали 90% від максимального балу і більше) будуть нагородженні додатковими балами до конкурсного балу сертифіката ЗНО (але не більше 20 балів)\* при вступі до Інституту високих технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка.**

*\*загальний конкурсний бал не може перевищувати у сумі 200 балів.*

Учасники другого (очного) туру олімпіади повинні мати із собою:

- паспорт (свідоцтво про народження – для осіб, які не досягли 16-річного віку),
- чистий зошит,
- ручку,
- поштовий конверт із маркою та зворотною адресою.

Учасники мають право на апеляцію результатів тільки очного туру, строки апеляції становлять 3 робочих дні після оголошення результатів.

Всі побажання та зауваження щодо організації та проведення Олімпіади можуть бути передані за телефоном +38-044-521-35-66 чи електронною поштою до Оргкомітету за адресою: [abit\\_iht@univ.kiev.ua](mailto:abit_iht@univ.kiev.ua)

ЗОШИТИ ІЗ РОЗВ'ЯЗКАМИ ЗАДАЧ НАДСИЛАЙТЕ ЗА АДРЕСОЮ:	ЗОШИТИ ІЗ РОЗВ'ЯЗКАМИ ЗАДАЧ ЗАНОСЬТЕ ОСОБИСТО ЗА АДРЕСОЮ:
Україна, 01601 МСП, м. Київ, вул. Володимирська, 64, к.35, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Інститут високих технологій, Оргкомітет Олімпіади КУ-2019.	м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 4г, корпус факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем, к.216 Контактні телефони: +38-044-521-35-66 — деканат +38-044-521-33-43 — заступник директора

## Анкета учасника олімпіади 2019 року

Прізвище \_\_\_\_\_

Ім'я \_\_\_\_\_

По батькові \_\_\_\_\_

Домашня адреса (із зазначенням поштового індексу)

\_\_\_\_\_

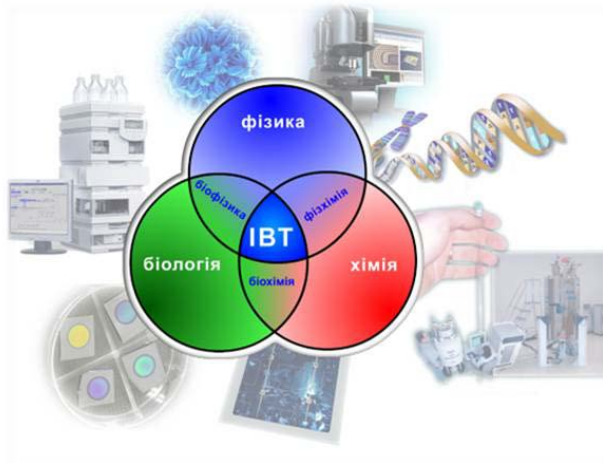
Навчальний заклад (область, місто/село, номер школи, клас)

\_\_\_\_\_

Номер контактного телефону \_\_\_\_\_

Електронна адреса \_\_\_\_\_





### Завдання блок хімія.

#### Задача 1.

##### Невідомий метал.

Метал **M** при взаємодії з киснем в залежності від умов здатен утворювати дві різні сполуки з киснем **O1** та **O2**. Також для **M** відомі й інші сполуки з киснем: **O3** – яку можна отримати взаємодією **O1**, або **O2** з надлишком **M** в атмосфері аргону; та **O4** – нестійка сполука яку можна отримати взаємодією **O2** з озоном, або озонолізом відповідного гідроксиду **M**. Взаємодія ж **M** з озоном веде до утворення лише **O2**.

1. Визначте усі речовини про які йдеться в умові, якщо відомо, що взаємодія будь-якої з оксигеновмісних сполук **O1-O4** з еквімолярною кількістю розведеного розчину  $H_2SO_4$  приводить виключно до утворення розчину сполуки **X**.
2. Наведіть рівняння відповідних реакцій.
3. Наведіть будову сполук **O1-O4**.
4. Чи буде утворюватися однаковий розчин при взаємодії **O1-O4** з еквімолярною кількістю розведеного розчину  $HCl$ ? З еквімолярною кількістю концентрованого розчину  $H_2SO_4$ ?

#### Задача 2.

##### Буферні розчини

Буферний розчин був приготований з 1.00 л 0.0500 M розчину  $CH_3COOH$  ( $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ) та 2.50 г ацетату натрію  $CH_3COONa$ .

1. Який рН цього розчину?
2. До отриманого буферного розчину додали 1.00 мл 1.00 M розчину  $HCl$ . Запишіть рівняння основної реакції, що відбулася. Розрахуйте рН розчину, що утворився.

3. Розрахуйте масу NaOH, що треба додати до 1.00 л 0.050 М розчину CH<sub>3</sub>COOH, щоб утворився розчин з рН як в п.1 цього завдання.

4. Припустимо, що буфер був зроблений з 1,00 л 0,0500 М хлороцтової кислоти, ClCH<sub>2</sub>COOH і 2,50 г хлорацетату натрію ClCH<sub>2</sub>COONa. У порівнянні з оригінальним буфером, чи буде цей буфер з пониженим значенням рН, підвищеним значенням рН або таким же значенням рН? Чи не можна зробити якісного висновку без значення Ka ClCH<sub>2</sub>COOH? Відповідь поясніть.

### Задача 3.

#### Спирти.

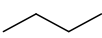
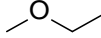


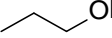
Нижче наведено точки кипіння деяких спиртів. Суміш будь-яких двох спиртів експериментально може бути розділена фракційною перегонкою.

Спирт	метанол	етанол	пропан-1-ол	бутан-1-ол	пентан-1-ол
<b>T кип (°C)</b>	64.5	78.3	97.2	117.2	138.0

1. Виходячи з даних, що наведені, оберіть пару спиртів, що легше за все розділити перегонкою, та пару, що важче за все розділити перегонкою. Відповідь поясніть.

2. Суміш двох спиртів при кімнатній температурі помістили до перегонного апарату. При перегонці перша фракція мала температуру кипіння 97.2 °C. Яка суміш (чи суміші) відповідають наведеній умові. Відповідь поясніть.

Нижче наведено точки кипіння ряду речовин з близькими молекулярними масами (від 58.12 до 60.10 а.о.м.).

Речовина					
<b>T кип (°C)</b>	-138.4	7.4	33.8	82.6	97.2

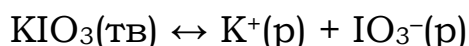
3. Поясніть таку розбіжність у температурах кипіння цих речовин з точки зору будови речовин та міжмолекулярних зв'язків.

4. Виходячи з метанолу та пропан-1-олу синтезуйте всі згадані в завданні речовини. Використовувати можна неорганічні реагенти, ЗА ВИКЛЮЧЕННЯМ ціанідів металів.

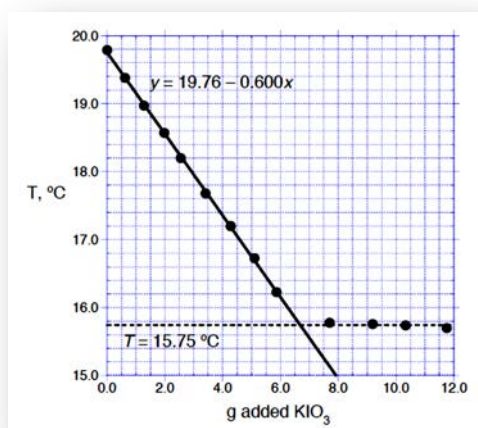
#### Задача 4.

##### Визначення розчинності у воді.

Йодат калію ( $\text{KIO}_3$ ,  $M = 214,0$ ) має обмежену розчинність у воді:



Для визначення термодинамічних характеристик цього процесу був проведений наступний експеримент. До 100,67 г води у ізольованій тарі додавали невеликі порції твердого  $\text{KIO}_3$ . Після кожного додавання суміш перемішували, доки температура не стабілізувалася. Температури, виміряні як функція доданої маси  $\text{KIO}_3$ , показані як суцільні крапки. Для вашої зручності надається рівняння цієї лінії (Ви можете припустити, що питома теплоємність і густина розчину такі ж, як і чистої води в будь-який час експерименту, і може нехтувати теплоємністю ізольованого контейнера).



1. Розрахуйте ДР для  $\text{KIO}_3$ .
2. Розрахуйте  $\Delta H^\circ$  для реакції розчинення  $\text{KIO}_3$ .
3. Розрахуйте  $\Delta S^\circ$  для реакції розчинення  $\text{KIO}_3$ .
4. Можна очікувати, що реакції розчинення іонних твердих речовин незмінно матимуть великі позитивні значення  $\Delta S^\circ$ , оскільки упорядковане тверде тіло утворює рухливі іони у розчині. Фактично значення  $\Delta S^\circ$  для таких реакцій часто малі за величиною і часто є негативними. Поясніть чому.

#### Задача 5.

##### Природні жири.

Жири рослинного та тваринного походження активно використовуються у промисловості. З них хімічними перетвореннями отримують паливо, що називається біодизелем. В одному з процесів тригліцерид пальмової олії, відомий як POP, реагує з метанолом у присутності гідроксиду калію в якості

катализатора. В результаті отримують суміш метилових естерів жирних кислот, яка і є біодизелем.

1. В якому молярному співвідношенні реагує метанол з POP? Розрахуйте об'єм метанолу в літрах (густина = 0,79 г / мл), необхідного для повної реакції з 10,0 кг тригліцериду POP ( $M_r = 833.36$  г/моль) для отримання гліцерину і суміші метилових ефірів.

Відомо, що повний гідроліз POP приводить до утворення суміші двох карбонових кислот А та В з нерозгалуженими скелетами. Тільки А знебарвляє бромну воду. У промисловості окисненням А отримують суміш кислот С та D, що мають еквіваленти нейтралізації  $158 \pm 1$  та  $94 \pm 1$  відповідно. Етиловий естер С потім використовують у парфумерії, а речовина D – важлива вихідна сполука для синтезу полімерів.

2. Встановіть структуру POP та кислот А-D, якщо відомо, що POP оптично неактивний та має *цис*-конфігурацію кратного зв'язку(ків).

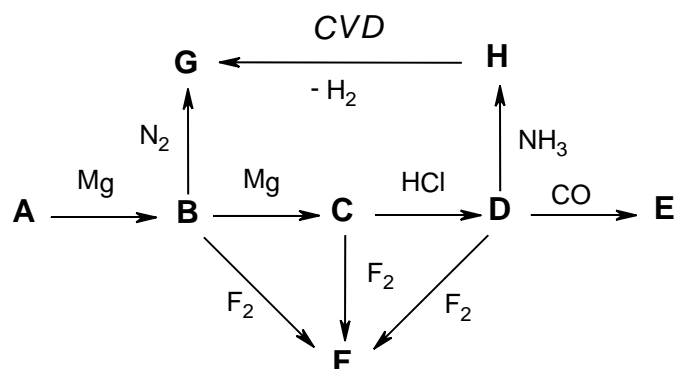
Жири також використовують у якості харчових добавок. Так у риbachому жирі є важлива поліненасичена жирна кислота Е. Кількість вуглець-вуглецевих подвійних зв'язків в Е може бути визначена титруванням розчином  $I_2$ . 20,00 мл 0,300 М розчину  $I_2$  реагують з 0,328 г кислоти Е. Молярна маса цієї кислоти становить 328 г/моль.

3. Визначить брутто-формулу Е.

4. Встановіть структурну формулу кислоти Е, якщо відомо, що в процесі відновлювального озонлізу 1 моля Е утворюється 1 моль 4-оксобутанової кислоти, 1 моль пропаналю та 5 моль маленового альдегіду. Всі подвійні зв'язки у Е мають *цис*-конфігурацію.

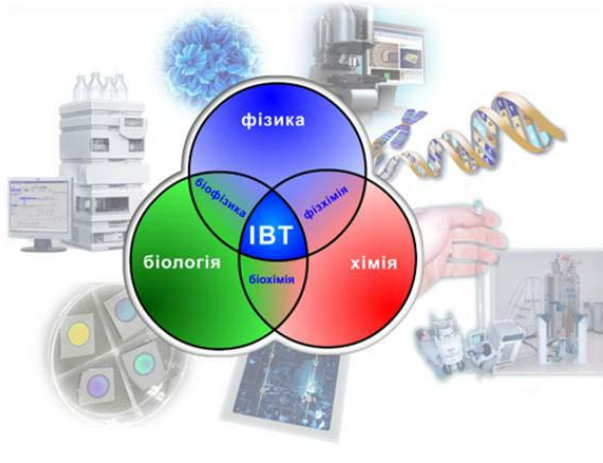
## Задача 6.

### Важливий елемент



1. Розшифруйте схему перетворень та визначте усі речовини, якщо відомо що:

- **B** – проста речовина.
  - **D** може реагувати як з водою так і з киснем з утворенням одної й тої ж самої речовини – кислоти **I**.
  - Речовина **F** теж здатна реагувати з  $\text{NH}_3$  та  $\text{CO}$ .
  - Взаємодія **B** з нітрогеном відбувається за високих температур та тиску і може призводити до різних алотропних модифікацій **G**.
  - Одну з алотропних модифікацій сполуки **G**, нанесену на поверхню носія використовують в різних матеріалах і отримують методом хімічного осадження з газової фази (CVD) сполуки **H**, що супроводжується її дегідруванням.
2. Наведіть рівняння усіх згаданих в умові та п.1 реакцій.
3. Наведіть та поясніть будову сполук **D**, **E**, **H**.
4. Наведіть та поясніть будову сполук, що утворюються при взаємодії **F** з  $\text{NH}_3$  та  $\text{CO}$ . Порівняйте будову цих сполук з **H** та **E** відповідно та поясніть схожість та/або відмінність.



### Завдання блок фізика.

#### Задача 1.

Електрон вилітає із нагрітого катода і прискорюється в напрямку анода. Між катодом і анодом прикладена напруга 1000 В. Яку швидкість матиме електрон, досягнувши анода?

#### Задача 2.

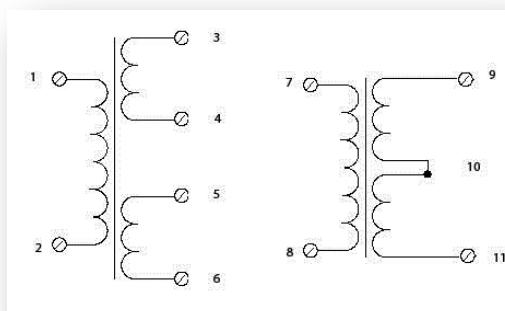
На якій відстані  $l$  знаходяться дві збираючі лінзи з фокусними відстанями  $F_1=5$  і  $F_2=3$  см, якщо паралельний пучок світла, пройшовши крізь них, залишається паралельним?

#### Задача 3.

Камінь, кинутий під кутом до горизонту, два рази побував на однаковій висоті  $h$  через час  $t = 3$  с і  $t = 5$  с після початку руху. Знайти початкову швидкість  $v_0$ .

#### Задача 4.

Яким чином необхідно сполучити трансформатори, щоб на вході було 220 В, а на виході 110 В. Дані обмоток 1, 2 - 1070 витків, 3, 4 - 58 витків, 5, 6 - 70 витків, 7, 8 - 545 витків, 9, 11 - 108 витків, з відводом від середини (10).



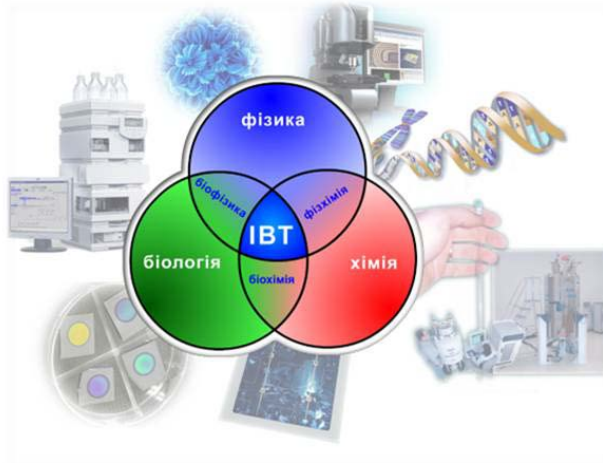


**Задача 5.**

Вхідний контур радіоприймача складається з котушки індуктивністю  $L=3,4$  мГн та плоского конденсатора з площею пластин  $8,0$  см<sup>2</sup> і відстанню між ними  $3,0$  мм. Простір між пластинами заповнений слюдою з відносною діелектричною проникністю  $7,5$ . На яку частоту налаштований радіоприймач?

**Задача 6.**

Визначте довжину ніхромового дроту, з якого виготовлено кип'ятильник, якщо з його допомогою за  $5$  хв. нагріли  $2$  л води до температури кипіння. Початкова температура води  $10^{\circ}\text{C}$ , напруга в мережі  $220$  В, діаметр дроту  $0,5$  мм.



### **Завдання блок біологія.**

#### **Задача 1.**

Бактеріальна клітина *E.coli* має циліндричну форму, довжина 2 мкм, діаметр 0,8 мкм, клітина печінки – сферичну діаметром 24 мкм. Розрахуйте об'єм і масу цих клітин, приймаючи середню питому густину їх  $1100 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ .

#### **Задача 2.**

У гарбуза біле забарвлення плодів домінує над жовтим. Якими будуть забарвлення та форма плодів у рослин першого покоління від схрещування гомозиготної рослини з жовтими дископодібними плодами з рослиною, гомозиготною за білим забарвленням та шаровидною формою плодів? Які ознаки будуть у рослин в потомстві від зворотного схрещування особин першого покоління з жовтими дископодібними батьками: з білим шаровидними батьками?

#### **Задача 3.**

При схрещуванні коней сірої та рудої масті в першому поколінні всі потомки опинились сірими. У другому поколінні на кожні 16 коней в середньому з'явилося 12 сірих, 3 вороних та 1 руда. Визначіть тип спадкової масті та визначте генотипи вказаних тварин.

#### **Задача 4.**

Встановлено, що доля особин AA в популяції дорівнює 0,09. Треба визначити, яка частина популяції гетерозиготна по гену A.

#### **Задача 5.**

При 27°C інтактні клітини (радіусом 5 мкм і товщиною 10 нм) зберігають сферичну форму в ізотонічному 0,6 % розчині NaCl. При перенесенні їх у гіпотонічні розчини вони починають швидко набрякати і в 0,3% розчині NaCl розриваються. У скільки разів збільшується їх об'єм при лізісі?

#### **Творче завдання 6.**

Відомо, що мембранний потенціал гладеньком'язових клітин дорівнює (-50 мВ). Запропонуйте експериментальний метод для його вимірювання.