



# PISA: ПРИРОДНИЧО-НАУКОВА ГРАМОТНІСТЬ



УДК 37.01

У45

**Укладачі:** Т. С. Вакуленко (національний координатор PISA), С. В. Ломакович,  
В. М. Терещенко, С. А. Новікова.

**Редактори:** Г. А. Лашевська, Н. І. Хоменко.

У45 PISA: природничо-наукова грамотність / уклад. Т. С. Вакуленко, С. В. Ломакович,  
В. М. Терещенко, С. А. Новікова; перекл. К. Є. Шумова. – К. : УЦОЯО, 2018. – 119 с.

Видання містить резюме найважливіших теоретичних і методологічних положень рамкового документа міжнародного порівняльного дослідження PISA для оцінювання природничо-наукової грамотності 15-річних осіб. Для забезпечення належного сприйняття змісту рамкового документа видання доповнено оприлюдненими Організацією економічного співробітництва та розвитку завданнями, що були використані в дослідженнях попередніх циклів PISA і в яких реалізовано викладені в рамковому документі теоретичні положення щодо сутності природничо-наукової грамотності й засад її вимірювання. Посібник містить окремий розділ із завданнями й характеристиками стосовно їх оцінювання, а також розділ із завданнями, що можуть бути використані вчителями в шкільній практиці.

Видання призначене для широкого кола освітян – учителів, учених-педагогів, методистів, авторів підручників і навчальних посібників із природничо-наукових дисциплін, фахівців у галузі освітніх вимірювань, а також для учнів/студентів закладів середньої загальної освіти.

УДК 37.01

© Вакуленко Т. С., Ломакович С. В.,  
Терещенко В. М., Новікова С. А.,  
укладачі, 2018

© Шумова К. Є., переклад, 2018

© Саченко О. М., оформлення, 2018

© Український центр оцінювання  
якості освіти, 2018

PISA:  
ПРИРОДНИЧО-НАУКОВА  
ГРАМОТНІСТЬ

Київ  
2018

# ЗМІСТ

<b>ПЕРЕДМОВА</b>	<b>4</b>
<b>ПРИРОДНИЧО-НАУКОВА ГРАМОТНІСТЬ</b>	<b>5</b>
Природничо-наукова грамотність і її значення	5
<b>ВИЗНАЧЕННЯ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ ГРАМОТНОСТІ</b>	<b>6</b>
Пояснення	8
Компетентності в складі природничо-наукової грамотності	8
Компетентність 1: наукове пояснення явищ	8
Компетентність 2: оцінювання й розроблення наукового завдання	9
Компетентність 3: наукова інтерпретація даних і доказів	9
Еволюція визначення природничо-наукової грамотності в межах PISA	10
<b>ОРГАНІЗАЦІЯ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОГО ДОМЕНУ</b>	<b>11</b>
Контексти тестових завдань	11
Природничо-наукові компетентності	13
Наукове знання	15
Знання змісту	15
Процедурне знання	16
Епістемне знання	16
<b>ПРИКЛАДИ ЗАВДАНЬ (МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВЧИТЕЛЯ)</b>	<b>18</b>
1. ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ	18
2. КУРІННЯ	25
3. ХОЛОДИЛЬНИК «ГОРЩИК У ГОРЩИКУ»	27
4. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ	29
5. МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ	32
6. КУРІННЯ ТЮТЮНУ	36
7. КИСЛОТНІ ДОЩІ	39
8. ЩОДЕННИК СЕММЕЛЬВАЙСА	41
9. ОЗОН	45
10. АВТОБУСИ	49
11. ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ	50
12. СВІТЛО ЗІРОК	54
13. РИЗИК ДЛЯ ЗДОРОВ'Я?	55
<b>СТАВЛЕННЯ</b>	<b>57</b>
Чому ставлення має значення	57
Визначення форм ставлення до науки в межах PISA-2015	57
<b>ОЦІНЮВАННЯ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ ГРАМОТНОСТІ</b>	<b>60</b>
Когнітивна вимога	60
Характеристики тестових завдань	63
Формати відповідей на тестові завдання	63



Структура тестування	64
Шкалювання й повідомлення результатів	65
<b>ВИСНОВКИ</b>	<b>68</b>
<b>ПРИКЛАДИ ЗАВДАНЬ (РОЗДАТКОВІ МАТЕРІАЛИ)</b>	<b>69</b>
1. ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ	69
2. КУРІННЯ	71
3. ХОЛОДИЛЬНИК «ГОРЩИК У ГОРЩИКУ»	72
4. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ	73
5. МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ	75
6. КУРІННЯ ТЮТЮНУ	77
7. КИСЛОТНІ ДОЩІ	79
8. ЩОДЕННИК СЕММЕЛЬВАЙСА	80
9. ОЗОН	82
10. АВТОБУСИ	84
11. ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ	85
12. СВІТЛО ЗІРОК	87
13. РИЗИК ДЛЯ ЗДОРОВ'Я?	88
<b>ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ ПОКАЖЧИК</b>	<b>89</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b>	<b>93</b>

## ПЕРЕДМОВА

Міжнародні порівняльні дослідження якості освіти ввійшли в практику обов'язкових заходів, спрямованих на аналіз стану освіти в різних країнах світу. У 2016 р. Україна долучилася до одного з найбільш масових із них – PISA (Programme for International Student Assessment), запровадженого й підтримуваного Організацією економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР).

PISA вивчає те, наскільки 15-річні підлітки здатні використовувати навчальні здобутки в різноманітних життєвих ситуаціях для розв'язування особистісно й суспільно значущих проблем. Це міжнародне дослідження зосереджене на найважливіших напрямках навчання, а саме: читацька грамотність (reading literacy), математична грамотність (mathematical literacy) та природничо-наукова грамотність (science literacy). Результати дослідження використовують для прийняття обґрунтованих політичних рішень у галузі національної освіти. У 2018 р. особливу увагу в дослідженні PISA приділено читацькій грамотності як провідній галузі оцінювання чергового трирічного циклу. До цього читацька грамотність була провідною галуззю у 2000 р. та 2009 р.

Особливого значення для України цей міжнародний проект набуває з огляду на те, що в нашій країні започатковані важливі реформи, спрямовані на підвищення якості освіти, зокрема й на перегляд змісту навчання. Це дослідження сприятиме усвідомленню місця природничо-наукових дисциплін в українській школі та їхнього змісту, адже розуміння природничо-наукової освіченості як однієї з вимірюваних у PISA ключових компетентностей не вповні відповідає ustalеній в Україні традиції навчання фізики,

хімії, біології, географії й астрономії в школі. У цьому контексті надзвичайно важливою й корисною для освітян України видається надана ОЕСР можливість ознайомитися з матеріалами PISA, які ґрунтуються на багаторічних дослідженнях у галузі освітніх вимірювань. Ідеться про рамкові документи з кожної галузі дослідження, зокрема й природничо-наукової, де висвітлено засадничі ідеї оцінювання природничо-наукової грамотності.

Пропоноване увазі українського читача видання містить резюме найважливіших теоретичних і методологічних положень рамкового документа з природничо-наукових дисциплін. Ці положення ґрунтуються на наукових і науково-методичних працях багатьох учених, відомих у галузі освітніх вимірювань, природничо-наукових дисциплін, методики викладання цих дисциплін. З метою забезпечення належного сприйняття змісту рамкового документа читачем видання доповнене оприлюдненими ОЕСР завданнями, які раніше були запропоновані учням у дослідженнях попередніх циклів PISA і в яких реалізовано викладені в цьому документі теоретичні конструкти щодо сутності природничо-наукової грамотності й засад її вимірювання. Посібник містить розділ із завданнями й характеристиками стосовно їх оцінювання, а також розділ із завданнями, що можуть бути використані вчителями в шкільній практиці в процесі формування в учнів природничо-наукової компетентності.

Видання адресоване широкому колу освітян України – учителям, ученим-педагогам, методистам, авторам підручників і навчальних посібників із природничих дисциплін, науковцям у галузі освітніх вимірювань, а також учням/студентам закладів загальної середньої освіти.

# ПРИРОДНИЧО-НАУКОВА ГРАМОТНІСТЬ

## Природничо-наукова грамотність і її значення

1. Представлений рамковий документ містить опис та обґрунтування структури, що є основою інструмента оцінювання природничо-наукової грамотності – основної галузі для PISA-2015. За допомогою попередніх рамкових документів PISA з природничо-наукової грамотності<sup>1</sup> було окреслено концепцію наукової грамотності як центрального елемента оцінювання з володіння природничо-науковими дисциплінами. Ці документи утвердили широкий консенсус між науковцями щодо концепції наукової грамотності. Цей рамковий документ було підготовлено для PISA-2015 на основі, зокрема, рамкового документа PISA-2006, який було використано як основу для оцінювання у 2006, 2009 та 2012 роках, але поточна його версія уточнює попередню структуру тестування в межах природничо-наукового домену.
2. Наукова грамотність має важливе значення як на національному, так і на міжнародному рівні, оскільки людство стикається з багатьма значущими проблемами, пов'язаними із забезпеченням достатньої кількості води та їжі, боротьбою з хворобами, отриманням достатньої кількості енергії й адаптацією до змін клімату<sup>2</sup>. Проте чимало з-поміж цих питань виникають і на місцевому рівні, де люди можуть стикатися з необхідністю прийняття рішень щодо дій, які впливають на їхнє здоров'я та харчування, щодо належного використання матеріалів і нових технологій, використання енергії тощо. Розв'язування всіх цих завдань потребує значного внеску в науку й технології. Однак, як стверджує Європейська комісія, розв'язання політичних і етичних дилем, пов'язаних із наукою й технікою, «не може стати предметом обґрунтованих дебатів, доки молодь не матиме певної наукової обізнаності»<sup>3</sup>. Водночас, «це не означає, що кожна особа має перетворитися на наукового експерта, але вона матиме можливість виконувати просвітницьку роль за ухвалення рішень, що впливають на середовище людей, і в широкому сенсі розуміти соціальні наслідки дискусій між експертами»<sup>4</sup>. Оскільки повсякденне життя в соціумі й професійна діяльність людей потребують наукових знань й обізнаності в науково обґрунтованих технологіях, розуміння цих галузей діяльності молодими людьми є головною передумовою їхньої «готовності до життя».
3. Набуття наукової грамотності ґрунтується на ідеї про те, що цілі наукової освіти мають бути широкими й практичними. З огляду на це в пропонованому рамковому документі концепція наукової грамотності стосується як знань про науку, так і знань про наукові технології. Разом із тим варто зазначити, що наука й технології відрізняються за своїми цілями, процесами й продуктами. Технології спрямовані на досягнення оптимального розв'язання реальних життєвих проблем людини, а таких оптимальних розв'язань може бути декілька. Наука ж, навпаки, шукає відповіді на загальні питання про природний матеріальний світ. Проте наука й технології тісно пов'язані між собою. Так, нові наукові знання стають підґрунтям для створення й використання нових технологій (наприклад, досягнення в матеріалознавстві привели до створення транзистора в 1948 р.). Водночас нові технології можуть стимулювати розвиток наукових знань (наприклад, зміна нашого знання про Всесвіт завдяки вдосконаленню телескопів). Кожна людина робить вибір й ухвалює рішення, які можуть впливати на напрями розвитку нових технологій (наприклад, стосовно використання менших за розміром та економічно вигідніших автомобілів). Тому науково грамотна людина має робити вибір більш обґрунтовано. Вона також має бути здатною визнати, що хоча наука й технології часто є джерелом знаходження рішень, однак, як не парадоксально, їх водночас можна розглядати як джерело ризику, що породжує нові проблеми, які, так само, можуть потребувати застосування науки й техніки для їх вирішення. Тому людям необхідно вміти розглядати наслідки застосування наукових знань і питання, які можуть виникати у зв'язку із цим як для окремих осіб, так і для суспільства загалом.
4. Наукова грамотність потребує знання не лише понять і наукової теорії, а й загальних процедур і практик, пов'язаних із науковими завданнями, і того, як вони вможливають розвиток науки. Отже, науково грамотна особа – це особа, яка має знання про основні концепції й ідеї, що формують основу наукової й технологічної думки, про походження таких знань і ступінь обґрунтованості їх доказами або теоретичними поясненнями.
5. Безсумнівно, багато проблем ХХІ ст. потребуватимуть науково обґрунтованих інноваційних рішень. Тому суспільству будуть

1 OECD, 1999, OECD, 2003, OECD, 2006.

2 UNEP, 2012.

3 Європейська комісія, 1995, с. 28.

4 Там само, с. 28.

необхідні добре освічені учні для проведення досліджень і впровадження науково-технологічних інновацій, актуальних для розв'язування економічних, соціальних та екологічних проблем, із якими стикатиметься світ. Для взаємодії із більш широким загалом такі вчені також повинні бути обізнаними в наукових питаннях і мати високий рівень наукової грамотності, глибоко розуміти природу науки, її обмеження й наслідки її застосування.

- З усіх цих причин наукову грамотність сприймають як ключову компетентність<sup>5</sup> і визначають з погляду можливості інтерактивно використовувати знання й інформацію. Ідеться про «розуміння того, як воно [знання науки] змінює спосіб взаємодії зі світом і як його можна використовувати для досягнення більш широких цілей»<sup>6</sup>. Отже, наукова грамотність є

5 Rychen & Salganik, 2003.

6 Там само, с. 10.

основною метою наукової освіти для всіх учнів/студентів. А погляд на наукову грамотність, який лежить в основі міжнародного оцінювання 15-річних учнів/студентів у 2015 р., є відповіддю на питання: *що молодим людям важливо знати, уміти робити й чому надавати значення в ситуаціях, пов'язаних із наукою й технологіями?*

- Цей рамковий документ пропонує обґрунтований і детальний опис терміна «наукова грамотність». Саме цей елемент є основою тестування наукової грамотності як складника дослідження PISA. У межах цього документа елемент наукової грамотності визначають із погляду набору компетентностей, наявність яких варто очікувати в науково грамотної особи. Ці компетентності утворюють основу природничо-наукового складника, який перевірятимуть у процесі тестування<sup>7</sup>.

7 Wiliam, 2010.

## ВИЗНАЧЕННЯ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ ГРАМОТНОСТІ

- Сучасні погляди щодо бажаних результатів навчання природничо-наукових дисциплін ґрунтуються на переконаннях, що розуміння науки є настільки важливим, що воно має бути невіддільною частиною освіти кожної молоді особи<sup>8</sup>. І справді, у багатьох країнах природничо-наукові дисципліни є елементом навчальної програми на всіх етапах загальної освіти – від дитячого садочка до останніх класів середньої школи.

- У багатьох наведених далі в списку літератури політичних документах ідеться про національну освіту, метою якої передусім є реалізація потреби певної країни в освіченості своїх громадян. Проте на міжнародному рівні багато навчальних програм із природничо-наукових дисциплін ґрунтуються на позиції, що основною метою наукової освіти має бути підготовка майбутнього покоління вчених<sup>9</sup>. Ці дві мети, одна – національного рівня, інша – міжнародного, не завжди сумісні. Спроби послабити напруженість між потребами більшості учнів/студентів, які не стануть науковцями, і потребами меншості, які оберуть подальше вивчення науки<sup>10</sup>, привели до утвердження погляду про необхідність

8 American Association for the Advancement of Science, 1989; Confederacion de Sociedades Cientificas de España, 2011; Fensham, 1985; Millar & Osborne, 1998; National Research Council, 2012 Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK), 2005; Taiwan Ministry of Education, 1999.

9 Millar & Osborne, 1998.

10 Національна академія наук, 1995 р., Національна дослідницька рада, 2000 р.

викладання науки через дослідження, а також до створення нових навчальних планів<sup>11</sup>, які відповідають потребам обох груп. Основна увага в такій формі викладання та пов'язаних із нею навчальних програмах приділена не підготовці людей, які працюватимуть над продукуванням наукових знань. Увагу зосереджено на тому, щоб навчити молодих людей із критичним мисленням ставати поінформованими споживачами наукових знань, тобто володіти компетентністю, якої потребують усі люди впродовж свого життя.

- Для того щоб розуміти проблеми, пов'язані з наукою й технологіями, і брати участь у дискусіях щодо цих проблем, потрібні три компетентності, специфічні для цієї галузі. Перша – це можливість надавати пояснення щодо природних явищ, технічних артефактів і технологій, а також щодо їхніх наслідків для суспільства. Таке вміння потребує знання основних пояснювальних ідей науки й питань, які визначають практику та цілі науки. Друга – це компетентне використання знань і розуміння наукового дослідження для визначення питань, на які можуть відповісти наукові дослідження, для визначення того, чи були використані відповідні процедури, і для того, щоб запропонувати шляхи вирішення таких питань. Третя компетентність – це вміння науково обґрунтовувати й оцінювати дані та докази, а також визначати надійність зроблених висновків. Таким чином,

11 Millar, 2006.



## Наукові знання: термінологія PISA-2015

В основі цього документа лежить погляд на наукові знання як на такі, що мають три окремі, але взаємно пов'язані складники. Перший, найпростіший, – це науково встановлені знання фактів, понять, ідей і теорій про природний світ. Наприклад, те, яким чином рослини синтезують складні молекули за допомогою світла й вуглекислого газу, або те, що матерія складається із частинок. Такі знання називають «знаннями змісту» або «знаннями змісту науки».

Знання процедур, які використовують науковці для встановлення наукового знання, називають «процедурне знання». Це знання практик і понять, на яких ґрунтується емпіричне дослідження, наприклад, повторні вимірювання для мінімізації похибки та зменшення невизначеності, опрацювання даних й інші стандартні процедури для представлення й повідомлення даних<sup>1а</sup>. У пізніших роботах ці знання розглядають як набір «доказових концепцій»<sup>2а</sup>.

Крім того, розуміння науки як окремої практики потребує також «епістемного знання», пов'язаного з розумінням ролі її особливих складників і визначення характеристик, важливих для процесу вибудовування знань у науці<sup>3а</sup>. Епістемне знання включає розуміння функції питань, спостережень, теорій, гіпотез, моделей та аргументів у науці, визнання різних форм наукового дослідження й ролі, яку відіграє взаємна перевірка у встановленні надійних знань.

Більш детально про ці три типи знання йдеться далі в розділі «Наукове знання», а також у таблицях 4, 5 і 6.

1а Millar, Lubben, Gott, & Duggan, 1995.

2а Gott, Duggan, & Roberts, 2008.

3а Duschl, 2007.

природничо-наукова грамотність у PISA-2015 визначається трьома компетентностями:

- пояснення явищ науково;
- оцінювання й розроблення наукового дослідження;
- наукове інтерпретування даних і доказів.

11. Для всіх цих компетентностей потрібні знання. Наприклад, пояснення наукових і технологічних явищ передбачає знання наукового змісту (далі в тексті **знання змісту**). Однак друга й третя компетентності потребують більшого, ніж лише знання того, що вже є відомим. Вони, радше, залежать від розуміння того, як наукове знання було встановлене, і від міри безсумнівності, із якою його дотримуються. Отже, виникла особлива необхідність навчати саме «природи науки»<sup>12</sup> (або «ідей про науку»<sup>13</sup>, або «наукових практик»<sup>14</sup>). Розпізнавання й виявлення особливостей, які характеризують наукове дослідження, передбачають знання стандартних процедур, що лежать в основі різних методів і практик, які використовують для встановлення наукового знання (далі в тексті **знання процедур**). І нарешті, компетентності потребують **епістемного знання** – розуміння логічного обґрунтування загальних практик наукового дослідження, стану згенерованих наукових тверджень і значення фундаментальних термінів, таких як «теорія», «гіпотеза» й «дані».

12 Lederman, 2006.

13 Millar & Osborne, 1998.

14 National Research Council, 2012.

12. І процедурне, й епістемне знання необхідні для визначення питань, які можна науково осмислити, для оцінювання відповідності використовуваних процедур з метою забезпечення обґрунтованості тверджень, а також для того, щоб відрізнити наукові питання від матеріальних або практичних міркувань. Для встановлення чіткої дефініції наукової грамотності значення має те, що у своєму житті учні/студенти мають набути знань не за допомогою наукових досліджень, а через такі джерела, як бібліотеки й Інтернет. Процедурне й епістемне знання мають велике значення для здатності особи вирішувати, чи були твердження, у яких є посилання на певні наукові знання в сучасних засобах інформації, одержані з дотриманням належних процедур і чи є вони обґрунтованими.

13. Людині потрібні всі три типи наукового знання, щоб виявити три свої компетентності в межах природничо-наукової грамотності. Отже, дослідження PISA-2015 було зосереджено на визначенні ступеня здатності 15-річних належним чином продемонструвати ці компетентності в особистісному, локальному, національному й глобальному контекстах. Такий погляд відрізняється від позиції, на якій ґрунтується більшість шкільних навчальних програм, де переважно домінують знання змісту. Замість них в основі рамкового документа лежить більш широкий погляд на ті наукові знання, яких здебільшого потребують члени сучасного суспільства.

14. Крім того, погляд, в основі якого лежить компетентнісний підхід, також постулює, що

учні/студенти демонструють ці компетентності з різним ступенем емоційності, тобто що їхнє ставлення до науки визначатиме їхній інтерес і підтримуватиме їхню цікавість і мотивацію до дій<sup>15</sup>. Таким чином, зазвичай науково грамотна людина цікавиться науковими темами, вивчає й розв'язує наукові проблеми, а також проблеми технологій, ресурсів і навколишнього середовища, осмислює важливість науки з

<sup>15</sup> Schibeci, 1984.

особистої та соціальної позицій. Це не означає, що така особа обов'язково присвятить себе науці. Радше вона вважатиме, що наука, технології та дослідження в цій галузі є важливим елементом сучасної культури, яка закладає більшу частину нашого мислення.

15. Результатом таких міркувань стало визначення природничо-наукової грамотності для PISA-2015.

### Визначення природничо-наукової грамотності (2015 р.)

Природничо-наукова грамотність – це здатність людини як свідомого громадянина вивчати й розв'язувати питання, пов'язані з наукою та ідеями про науку.

Науково грамотна особа готова аргументовано міркувати про науку й технології, що потребує таких компетентностей:

- пояснювати явища науково – упізнавати, пропонувати й оцінювати пояснення для низки природних і технологічних явищ;
- оцінювати й розробляти наукове дослідження – описувати й оцінювати наукові дослідження та пропонувати шляхи наукового розв'язання проблем;
- інтерпретувати дані й докази з наукової позиції – аналізувати й оцінювати дані, твердження й аргументи, подані в різні способи, а також робити відповідні наукові висновки.

### Пояснення

16. Подальші пояснення надані для уточнення змісту й використання такого визначення природничо-наукової грамотності з метою реалізації програми оцінювання PISA-2015.

а) Використання терміна «природничо-наукова грамотність» замість терміна «наука» підкреслює важливість, яку надає програма оцінювання PISA з природничо-наукових дисциплін застосуванню наукових знань у контексті реальних життєвих ситуацій.

б) Варто зауважити, що з метою реалізації програми оцінювання PISA ці компетентності перевіряють лише з урахуванням тих знань,

яких можна обґрунтовано очікувати від 15-річних учнів/студентів, про наукові поняття й ідеї (**знання змісту**), процедури й стратегії, що використовують у всіх формах наукового дослідження (**процедурне знання**), і способи обґрунтування й забезпечення надійності наукових ідей (**епістемне знання**).

с) І нарешті, у цьому документі термін «природний світ» використовують для посилання на явище, пов'язане з будь-яким предметом або явищем, що є або відбувається в живій або неживій природі.

## Компетентності в складі природничо-наукової грамотності

### Компетентність 1: наукове пояснення явищ

17. Досягненням науки в галузі культури вважають надання наукою пояснювальних теорій, які трансформують наше розуміння природного світу, наприклад, те, що зміна дня й ночі зумовлені обертанням Землі, або те, що хвороба може виникнути через невидимі мікроорганізми. Крім того, таке знання надало людям можливість розробити технології для підтримання людського життя: наприклад, стало реальним запобігати деяким хворобам,

установлювати швидкий зв'язок для спілкування по всьому світові. Отже, уміння пояснювати наукові й технологічні явища залежить від знання таких фундаментальних пояснювальних наукових ідей.

18. Водночас пояснення наукового феномена вимагає набагато більшого, ніж просто запам'ятовування цих пояснювальних теорій і фактів і користування ними (**знання змісту**). Пропонування наукового пояснення

також вимагає розуміння того, яким чином виникло таке знання, а також розуміння рівня надійності, із якою ми можемо покладатися на конкретні наукові твердження. Для оволодіння цією компетентністю особі необхідно знати

форми й процедури, що використовують у науковому дослідженні для отримання такого знання (**процедурне знання**), і розуміти їхню роль і функцію в обґрунтуванні науково отриманих знань (**епістемне знання**).

## Компетентність 2: оцінювання й розроблення наукового завдання

19. Наукова грамотність передбачає, що учні/студенти мають певне розуміння мети наукового дослідження, яка полягає в отриманні надійних знань про природний світ<sup>16</sup>. Зібрані й отримані за допомогою спостережень або досліджень у лабораторних або польових умовах дані допомагають розробити моделі й пояснювальні теорії, стосовно яких можливо робити прогнози та які можна перевіряти. Проте нові ідеї зазвичай ґрунтуються на попередніх знаннях. Науковці рідко працюють ізольовано. Вони часто є членами дослідницьких груп або команд, які активно співпрацюють із колегами як зі своєї країни, так і з-за кордону. Усі нові наукові твердження завжди сприймаються як умовні, і під час експертного критичного оцінювання – механізму, установленого науковим співтовариством для забезпечення об'єктивності наукових знань<sup>17</sup>, – їм може бракувати обґрунтованості. Отже, науковці зобов'язані публікувати результати своїх досліджень, звітувати про методи, за допомогою яких було отримано докази. Це, щонайменше, дає можливість проводити основні емпіричні дослідження для того, щоб результати було повторно відтворено та підтверджено або піддано сумніву. Однак вимірювання ніколи не можуть бути абсолютно точними. Радше, усі вони певною мірою містять помилки. Таким чином, значною частиною роботи науковця-дослідника є встановлення точності за допомогою повторних вимірювань, збільшення вибірки, знаходження точніших інструментів дослідження, використання статистичних методів, які можуть оцінити ступінь надійності того або того результату.
20. Більш того, наукою напрацьовано надійні процедури, наприклад, використання елементів перевірки, які лежать в основі логічного міркування, з метою встановлення причини й наслідків. Здійснення такої перевірки дає змогу науковцеві стверджувати, що будь-які зміни в отриманих результатах можуть бути пов'язані зі зміною тієї або тієї ознаки. Невикористання цього методу призводить до змішаних результатів, яким не можна довіряти. Аналогічно випробування надають можливість науковцям стверджувати, що на результати дослідження не вплинули ані його суб'єкти, ані особа, яка його проводила. Інші науковці, наприклад, систематики або екологи, беруть участь у процесі визначення базових моделей і взаємодій у природному світі, що гарантує пошук пояснення. В інших випадках, наприклад, стосовно плитотектоніки або кліматичних змін, наука спирається на докази, які є найкращим пояснювальним результатом низки гіпотез, які перевіряють й усувають з-поміж них ті, що не відповідають цим доказам.
21. Уміння, які утворюють цю компетентність, базуються на **знанні змісту**, знанні загальних використовуваних у науці процедур (**процедурне знання**) і функцій цих процедур в обґрунтуванні будь-яких наукових тверджень (**епістемне знання**). Процедурні й епістемні знання виконують дві функції. По-перше, таке знання необхідне людині для оцінювання наукових досліджень і встановлення належності проведення процедур, а також надійності зроблених висновків. По-друге, особи, які мають це знання, мають бути, щонайменш, у загальному сенсі здатними запропонувати правильний спосіб дослідити те або те наукове питання.

<sup>16</sup> Ziman, 1979.

<sup>17</sup> Longino, 1990.

## Компетентність 3: наукова інтерпретація даних і доказів

22. Інтерпретування даних – це настільки значуща діяльність усіх науковців, що певне елементарне уявлення про цей процес мусить мати кожна науково грамотна особа. Інтерпретування даних починають з пошуку моделей, створення простих таблиць і графічних візуалізацій, наприклад, кругових діаграм, гістограм, графіків розсіювання або діаграм Венна. На більш високому рівні ця діяльність потребує використання більш складних наборів

даних, а також застосування аналітичних інструментів, які пропонують електронні таблиці й статистичні пакети. Однак було б неправильно вважати цю компетентність лише вмінням. Щоб визнати певні докази достовірними та надійними, а також щоб правильно подати дані, потрібні неабиякі знання. Науковці обирають шляхи наведення даних за допомогою діаграм і графіків, а також усе частіше за допомогою складних симуляцій

і 3D-візуалізацій. Далі всі зв'язки та моделі мають бути зчитані за допомогою знання стандартних моделей. Крім того, необхідно з'ясувати, чи було мінімізовано невизначеність за стандартною статистичною процедурою. Усе це становить суть **процедурного знання**. Від науково грамотної особи також можуть очікувати розуміння того, що невизначеність властива всім вимірюванням і що будь-який з-поміж критеріїв, які виражають нашу впевненість щодо ймовірності результатів, міг бути отриманий випадково.

23. Проте недостатньо розуміти процедури, які було застосовано для отримання набору будь-яких даних. Науково грамотна особа має бути здатною робити висновки про їхню відповідність і про обґрунтованість наукових тверджень, що з них випливають (**епістемне знання**). Наприклад, багато наборів даних можна інтерпретувати в різні способи. Тому аргументація та критика мають важливе значення для визначення того,

який висновок є найбільш відповідним. І для нових теорій, і для нових шляхів збирання даних або нового інтерпретування старих даних аргументування – це засіб, який науковці та технологи використовують для забезпечення сприйняття своїх нових ідей. Отже, розбіжності між ученими – це скоріше норма, а не щось надзвичайне. Визначення того, яке тлумачення є найліпшим, потребує знання науки (**знання змісту**) та критичності. Завдяки цьому процесу наука змогла досягти консенсусу стосовно ключових пояснювальних ідей і понять<sup>18</sup>. Дійсно, саме критичне й скептичне ставлення до всіх емпіричних доказів багато хто вважає особливою рисою професійного науковця. Науково грамотна особа розуміє функцію й мету спірних поглядів і критики, а також те, чому вони є важливими елементами наукового знання. Вона також має вміти будувати обґрунтовані результатами досліджень твердження, визначати будь-які недоліки в аргументах інших.

<sup>18</sup> Longino, 1990.

## Еволюція визначення природничо-наукової грамотності в межах PISA

24. Визначення природничо-наукової грамотності для PISA-2000 та PISA-2003 було таке: «Природничо-наукова грамотність – це здатність використовувати наукове знання, визначати питання й робити висновки на основі фактичних даних із метою розуміти й допомагати ухвалювати рішення стосовно природного світу та змін, що відбуваються в ньому в результаті людської діяльності<sup>19</sup>.
25. Визначення 2000 р. і 2003 р. містило знання науки й розуміння питань *про науку* в одному терміні – «наукове знання». Визначення 2006 р. розмежувало ці поняття й утворило нові терміни, розділивши «наукове знання» на два компоненти «знання науки» й «знання про науку»<sup>20</sup>. Однак обидва визначення пов'язані із застосуванням наукового знання для розуміння та прийняття обґрунтованих рішень, що стосуються природного світу. Для PISA-2006 визначення було дещо збільшено шляхом додавання знань про зв'язки між наукою й технологією – аспект, який було прийнято, але не внесено до визначення 2003 р.
26. Визначення природничо-наукової грамотності для PISA-2015 репрезентує еволюцію цих ідей. Головна відмінність полягає в тому, що поняття «знання про науку» було визначено більш чітко й поділено на два складники – **процедурне знання** й **епістемне знання**.
27. Рамковий документ PISA-2006 також було розширено завдяки включенню аспектів, пов'язаних із виявленням ставленням учнів/студентів до наукових і технологічних питань у межах природничо-наукової грамотності як елемента дослідження. У 2006 р. ставлення вимірювали двома способами: за допомогою опитування (анкетування) учнів/студентів і за допомогою завдань, які було включено до тесту. Між результатами включених до тесту завдань і відповідями в анкетах було виявлено певні розбіжності стосовно «цікавості до науки» всіх учнів/студентів, а також статеві розбіжності з цих питань<sup>21</sup>. Важливіше те, що включені до тесту завдання збільшили тривалість тесту. Отже, для рамкового документа 2015 р. аспекти, пов'язані зі ставленням учнів/студентів, оцінюватимуть лише за допомогою анкет учнів/студентів, а додаткових питань стосовно ставлення до науки в тесті не буде. Що стосується вимірюваних елементів у рамках цієї галузі, а саме першого («цікавість до науки») і третього («екологічна обізнаність»), то вони залишаються тими самими, що й 2006 р. Проте другий – «підтримка наукового дослідження» – було змінено на вимірювання «оцінки наукових підходів до дослідження», що є важливою зміною в термінології з метою ліпшого відбиття предмета вимірювання.
28. І нарешті, контексти для тестування PISA-2015

<sup>19</sup> OECD, 2000, 2003.

<sup>20</sup> OECD, 2006.

<sup>21</sup> OECD, 2009; див. також: Drechsel, Carstensen & Prenzel, 2011.

було змінено з «особистісного, суспільного й глобального» (2006) на «особистісний, локальний/національний і глобальний», завдяки чому назви їх стали більш послідовними.

29. Отже, визначення 2015 р. спирається на

визначення 2006 р. та доповнює його. Інші зміни, наприклад, формулювання понять «процедурні» й «епістемні» знання, відбивають більш детальну специфікацію окремих аспектів, які містилися або були передбачені в попередніх визначеннях.

## ОРГАНІЗАЦІЯ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОГО ДОМЕНУ

30. Визначення природничо-наукової грамотності в рамковому документі PISA-2015 складається з чотирьох взаємопов'язаних аспектів (див. таблицю 1).
31. Далі на схемі 1 розглянемо кожен із цих аспектів детальніше.

Таблиця 1

### Аспекти тестування природничо-наукової грамотності (згідно з рамковим документом для PISA-2015)

Контексти	Особисті, локальні/національні й глобальні проблеми, сучасні та історичні, які потребують певного розуміння науки й технології
Знання	Розуміння основних фактів, понять і пояснювальних теорій, на яких ґрунтується наукове знання. Таке знання включає в себе знання природного світу й технологічних артефактів (знання наукового змісту), знання про те, яким чином наукові ідеї виникають (знання процедур), і розуміння логічного обґрунтування цих процедур та обґрунтування щодо їх використання (епістемне знання)
Компетентності	Здатність пояснювати явища науково, оцінювати та розробляти наукові дослідження, науково інтерпретувати дані й докази
Ставлення	Типи ставлення до науки, позначені цікавістю до науки й технології, поцінюванням наукових підходів до дослідження, коли воно є доречним, а також сприйняттям й усвідомленням проблем, пов'язаних із навколишнім середовищем



Схема 1. Рамковий документ PISA-2015: оцінювання природничо-наукової грамотності

### Контексти тестових завдань

32. Під час тестування PISA-2015 значущі природничо-наукові знання оцінювали в контекстах, пов'язаних із питаннями й проблемами, передбаченими відповідними навчальними програмами країн-учасниць.

Однак такі контексти не були обмежені лише загальними аспектами національних навчальних програм. Оцінювання передбачає доведення успішного використання трьох компетентностей, які, у свою чергу, потребують

природничо-наукової грамотності в ситуаціях, актуалізованих в особистісних, локальних/національних і глобальних контекстах.

33. Тестові завдання не обмежені лише природничо-науковими контекстами, що пропонують програми навчальних закладів. У циклі тестування PISA-2015 завдання для оцінювання природничо-наукової грамотності були зосереджені навколо ситуацій, що мали стосунок до життя особистості, родини й груп однолітків (особистісний контекст), до життя громад (локальний і національний аспект) і до життя людства в усьому світі (глобальний аспект). Питання технологічної тематики можуть бути використані як загальний контекст. Деякі теми репрезентовані в історичних контекстах, які використовують для оцінювання розуміння учнями/студентами процесів і практик, що сприяли просуванню наукового знання.
34. У таблиці 2 окреслено, як наукові й технологічні питання застосовують у використаних для тестових завдань ситуаціях особистісного, локального/національного та глобального характеру. Запропоновані ситуації взято з
- реального життя. Вони загалом відповідають сферам, які були актуалізовані в попередніх рамкових документах PISA. Контексти дібрані з урахуванням їхньої значущості з погляду життєвих інтересів учнів/студентів. Вони стосуються таких сфер, як здоров'я та захворювання, природні ресурси, стан навколишнього середовища, небезпечні явища та межі науки й технологій. У цих сферах наукова грамотність має особливе значення як для кожної окремої людини, так і для суспільства загалом із погляду підвищення та підтримування на належному рівні якості життя, а також розроблення соціальної політики.
35. Однак природничо-наукове оцінювання PISA не є оцінюванням контекстів. Воно оцінює компетентності та знання в конкретних контекстах. Ці контексти добирають з огляду на знання й розуміння, якими учні/студенти мають оволодіти до 15-річного віку.
36. Урахування мовних і культурних відмінностей є одним із пріоритетів під час розроблення та добирання завдань не тільки через бажання отримати валідні результати оцінювання, а й

Таблиця 2

### Контексти оцінювання природничо-наукової грамотності для PISA-2015

	Особистісний	Локальний/національний	Глобальний
<b>Здоров'я та захворювання</b>	Захист здоров'я, нещасні випадки, харчування	Контроль над захворюваннями, соціальна трансмісія, вибір продуктів харчування, здоров'я населення	Епідемії, поширення інфекційних хвороб
<b>Природні ресурси</b>	Використання матеріалів та енергії людиною в особистих цілях	Захист населення, якість життя, безпека, виробництво й розподіл харчових продуктів, енергозабезпечення	Поновлювані та неповнювані природні системи, зростання світового населення, сталє використання порід
<b>Стан навколишнього середовища</b>	Екологічно чисті дії, використання й утилізування матеріалів і пристроїв	Розподіл населення, захоронення відходів, вплив на навколишнє середовище	Біорозмаїття, екологічна стійкість, контроль над забрудненням навколишнього середовища, виробництво та втрати ґрунту/біомаси
<b>Небезпечні явища</b>	Оцінювання ризиків від вибору способу життя	Швидкі перетворення (наприклад, землетруси, складні погодні умови), повільні й поступові перетворення (наприклад, узбережна ерозія, відкладення осадів), оцінювання ризиків	Кліматичні зміни, вплив сучасних комунікацій
<b>Межі науки й технологій</b>	Наукові аспекти різних хобі, персональна техніка, музичні та спортивні заходи	Новітні матеріали, пристрої й процеси, генетична модифікація, медичні технології, транспорт	Вимирання видів, освоєння космосу, виникнення та структура Всесвіту

через необхідність забезпечення толерантного ставлення до цих відмінностей учнів/студентів із країн-учасниць. І хоча в процесі розроблення будь-якого міжнародного тестування неможливо врахувати всі відмінності між

традиційними й локальними знаннями представників різних країн-учасниць про природні явища, проте це не заперечує внеску, який може бути зроблений або був зроблений такими знаннями в культурі цих країн.

## Природничо-наукові компетентності

37. У таблицях 3, 4 і 5 наведено детальний опис того, як учні/студенти можуть виявляти три компетентності, що є необхідними для природничо-наукової грамотності. Низка наукових компетентностей у таблицях 3, 4 і 5 відбиває думку про те, що науку варто розглядати як сукупність соціальних та епістемних практик, які є загальними для всіх наук<sup>22</sup>. Отже, усі ці компетентності було сформульовано у вигляді переліку дій із метою передати ідею про те, що грамотна в питаннях

природничо-наукових дисциплін людина розуміє й здатна робити. Вільне володіння цими діями є, зокрема, тим, що відрізняє експерта в природничо-наукових питаннях від початківця. І хоча було б нерозумно очікувати від 15-річних учнів/студентів досвіду й знань кваліфікованого експерта, від науково грамотного учня/студента можна очікувати того, що він/вона цінуватиме роль і значення цих практик і намагатиметься використувати їх.

22 National Research Council, 2012.

Таблиця 3

### Природничо-наукові компетентності PISA-2015: пояснювати явища науково

Пояснювати явища науково
Розпізнавати, пропонувати й оцінювати пояснення різних природних і технологічних явищ, демонструючи здатність: <ul style="list-style-type: none"> <li>• згадувати й застосовувати належні наукові знання;</li> <li>• виявляти, використовувати й створювати пояснювальні закономірності та представлення;</li> <li>• робити й обґрунтовувати відповідні прогнози;</li> <li>• пропонувати пояснювальні гіпотези;</li> <li>• пояснювати потенційні результати наукового знання для суспільства.</li> </ul>

Таблиця 4

### Природничо-наукові компетентності PISA-2015: оцінювати й розробляти наукове дослідження

Оцінювати й розробляти наукове дослідження
Описувати й оцінювати наукові дослідження й пропонувати шляхи розгляду питань із наукової позиції, демонструючи здатність: <ul style="list-style-type: none"> <li>• виявляти досліджувані питання в наданому науковому дослідженні;</li> <li>• розпізнавати питання, які можна вивчити з наукової позиції;</li> <li>• пропонувати способи вивчення наданого питання з наукової позиції;</li> <li>• оцінювати способи вивчення наданого питання з наукової позиції;</li> <li>• описувати й оцінювати, яким чином учені забезпечують надійність даних та об'єктивність й узагальнення пояснень.</li> </ul>

Таблиця 5

### Природничо-наукові компетентності PISA-2015: інтерпретувати дані й докази науково

Інтерпретувати дані й докази науково
Аналізувати й оцінювати наукові дані, твердження й аргументи в різних формах репрезентації та робити відповідні висновки, демонструючи здатність: <ul style="list-style-type: none"> <li>• переносити дані з однієї форми подання в іншу;</li> <li>• аналізувати й інтерпретувати дані та робити відповідні висновки;</li> <li>• відрізняти аргументи, зроблені на основі наукових доказів і на основі теорії, від тих, що ґрунтуються на інших міркуваннях;</li> <li>• оцінювати наукові аргументи й докази з різних джерел (наприклад, з газети, журналів, Інтернету тощо).</li> </ul>

38. Щоб показати свою компетентність у пояснюванні явищ науково, учні/студенти мають згадати знання відповідного змісту в запропонованій ситуації та використати їх для інтерпретування й пояснення явища, про яке йдеться. Ці знання також можна використовувати для створення попередніх пояснювальних гіпотез у контекстах, де знання або даних бракує. Від науково грамотної особи очікують здатності спиратися на стандартні наукові закономірності для створення простих представлень із метою пояснення щоденних явищ (наприклад, чому антибіотики не знищують віруси, як працює мікрохвильова піч або чому газу можна легко стиснути, а рідини – ні) і використовувати їх для створення прогнозів. Ця компетентність включає в себе здатність описувати або інтерпретувати явища й прогнозувати можливі зміни. Крім цього, вона може давати можливість розпізнавання й виявлення відповідних описів, пояснень і прогнозів.
39. Компетентність оцінювання й розроблення наукового дослідження необхідна для критичного оцінювання звітів про наукові відкриття й дослідження. Опорою для неї є здатність відрізнити наукові питання від інших форм досліджень або розпізнавати питання, які можна науково дослідити в певному контексті. Ця компетентність потребує знання ключових характеристик наукового дослідження, наприклад, що треба вимірювати, які дані мають бути змінені або контрольовані, яких заходів необхідно вживати для збирання чітких і точних даних. Вона також потребує від учня/студента здатності визначати, чи дослідження відповідає теорії, що лежить у його основі, або чи дає змогу воно визначити закономірності.
40. Грамотна в наукових питаннях людина також має бути здатною розпізнавати значущість попередніх досліджень, розмірковуючи про цінність будь-якого наданого наукового дослідження. Такі знання необхідні для того, щоб створювати робочі умови й роботи висновки про важливість будь-яких можливих результатів. Наприклад, з огляду на те, що пошук вакцини від малярії триває вже впродовж декількох десятиліть і є завданням кількох наукових досліджень, а також з огляду на кількість людей, які померли від цієї хвороби, будь-які результати, що свідчать про можливість створення такої вакцини, матимуть суттєве значення. Крім того, учні/студенти мають розуміти важливість формування скептичного ставлення до всіх наукових повідомлень, які з'являються в засобах масової інформації. Вони мають усвідомлювати, що всі дослідження ґрунтуються на попередній роботі, що результати будь-якого дослідження завжди є предметом сумнівів, а також що дослідження може бути упередженим унаслідок впливу джерела фінансування. Ця компетентність потребує від учнів/студентів володіння й процедурним знанням, й епістемним знанням, але також може певною мірою спиратися й на їхні знання наукового змісту.
41. Науково грамотна людина має бути здатною інтерпретувати й розуміти основні форми наукових даних і доказів, які використовують для того, щоб формулювати твердження й робити висновки. Для виявлення цієї компетентності можуть знадобитися всі три форми наукового знання.
42. Ті, хто володіє цією компетентністю, мають бути здатними інтерпретувати значення наукових доказів і викладати їх для певної аудиторії власними словами з демонструванням діаграм або інших належних форм подання. Ця компетентність потребує використання математичних інструментів для аналізування або узагальнення даних і здатності застосовувати стандартні методи перенесення даних у різні форми подання.
43. Ця компетентність також включає здатність отримання доступу до наукової інформації та виведення й оцінювання аргументів і висновків, які ґрунтуються на науковому доведенні<sup>23</sup>. До неї також може входити оцінювання альтернативних висновків за допомогою доказів, наведення даних для підтримування або спростування висновків за допомогою знання процедур й епістемного знання, а також виявлення припущень, які було зроблено на шляху до висновку. Отже, науково грамотна людина має бути здатною виявляти логічні або некоректні зв'язки між доказами й висновками.

23 Kuhn, 2010; Osborne, 2010.



## Наукове знання

44. Три компетентності, необхідні для наукової грамотності, потребують обговорюваних далі

трьох форм знання.

### Знання змісту

45. З огляду на те, що в межах дослідження PISA може бути оцінена лише окрема частина змісту природничо-наукової галузі, під час добирання змісту знань для оцінювання застосовують чіткі критерії. Ці критерії застосовують стосовно знань з основних сфер таких наук, як фізика, хімія, біологія, науки про Землю та космос, і орієнтовані на те, щоб знання:

- мали стосунок до реальних життєвих ситуацій;
- становили важливу наукову ідею або значну пояснювальну теорію, корисність якої безсумнівна;
- відповідали рівню розвитку 15-річних осіб.

46. Застосування таких критеріїв передбачає, що учні/студенти мають певні знання стосовно основних наукових пояснювальних ідей і теорій та розуміють їх, зокрема розуміють історію Всесвіту та його масштаб, знають про утворення речовини з елементарних частинок і теорію еволюції. Ці значущі пояснювальні ідеї запропоновані тут лише з метою навести приклад, але вони аж ніяк не є спробою надати повний перелік усіх ідей і теорій, які можна розглядати як фундаментальні для науково грамотної людини.

47. У наведеній далі таблиці 6 показано категорії знань змісту та приклади, дібрані шляхом застосування описаних критеріїв. Такі знання необхідні для розуміння природного світу й для розуміння ситуацій в особистісному, локальному/національному та глобальному контекстах. З метою відбиття думки про те, що громадяни мають розуміти ідеї фізики, біології, геології, географії та космології й уміти певним чином їх застосовувати в конкретних ситуаціях, коли елементи знань є взаємозалежними або міжпредметними, у рамковому документі для опису знань змісту використано термін «системи» замість терміна «науки». Те, що розглядають як підсистему в одному масштабі, може бути цілою системою в умовах меншого масштабу. Наприклад, кровеносну систему можна розглядати як єдине ціле або як підсистему людського тіла; молекулу можна вивчати і як стабільну конфігурацію атомів, і як підсистему клітини або газу. Інакше кажучи, застосування наукових знань і компетентностей вимагає визначення того, яка система і які межі застосовні в кожному окремому контексті.

Таблиця 6

### Знання змісту природничо-наукових дисциплін

<b>Фізичні системи, які потребують знання про:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• структуру речовини (наприклад, елементарні частинки, хімічний зв'язок)</li><li>• властивості речовини (наприклад, зміни стану, тепло- й електропровідність)</li><li>• хімічні зміни речовин (наприклад, хімічні реакції, передавання енергії, кислоти/основи)</li><li>• рух і сили (наприклад, швидкість, тертя) і дію на відстані (наприклад, магнітні, гравітаційні й електростатичні сили)</li><li>• енергію та її перетворення (наприклад, збереження, розсіювання, хімічні реакції)</li><li>• взаємодію між енергією та речовиною (наприклад, світло й радіохвилі, звукові й сейсмічні хвилі)</li></ul>
<b>Живі системи, які потребують знання про:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• клітини (наприклад, структури й функції, ДНК, рослинний і тваринний світ)</li><li>• поняття «організм» (наприклад, одноклітинні й багатоклітинні організми)</li><li>• людину (наприклад, здоров'я, харчування, системи травлення, дихання, кровообігу, виділення, розмноження та зв'язок між ними)</li><li>• популяції (наприклад, види, еволюція, біорізноманіття, генетичні різновиди)</li><li>• екосистеми (наприклад, харчові ланцюги, матерія та потік енергії)</li><li>• біосферу (наприклад, обслуговування й захист екосистеми)</li></ul>
<b>Земні й космічні системи, які потребують знання про:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• структуру земних систем (наприклад, літосфери, атмосфери, гідросфери)</li><li>• енергію в земних системах (наприклад, джерела, світовий клімат)</li><li>• зміни в земних системах (наприклад, плитотектоніка, геохімічні цикли, конструктивні й деструктивні сили)</li><li>• історію Землі (наприклад, скам'янілості, походження й еволюція)</li><li>• Землю в космосі (наприклад, сила тяжіння, сонячні системи, галактики)</li><li>• історію та масштаби Всесвіту (наприклад, світловий рік, теорія великого вибуху тощо)</li></ul>

## Процедурне знання

48. Фундаментальна мета науки полягає у формулюванні пояснювальних ідей для матеріального світу. Спочатку розробляють гіпотетичні пояснювальні ідеї, які далі перевіряють за допомогою емпіричних досліджень. Емпіричні дослідження ґрунтуються на певних ustalених поняттях, наприклад, понятті залежних і незалежних змінних, видів вимірювання, значень похибки, методів зменшення похибки, загальних закономірностей, які можна спостерігати в даних, і методів наведення даних. Саме ці знання понять і процедур є необхідними для наукового дослідження, що лежить в основі збирання, аналізування й інтерпретування наукових даних. Такі ідеї становлять «кістяк» процедурних знань, які також називають «доказові концепції»<sup>24</sup>. Процедурне знання можна розглядати як знання стандартних

процедур, які використовують учні для отримання надійних і валідних даних. Такі знання необхідні як для проведення наукового дослідження, так і для участі в критичному оцінюванні доказів, які можуть бути використані для підтримування конкретних тверджень. Очікується, наприклад, що учні/студенти знатимуть, що наукові знання характеризуються різним ступенем надійності, і тому зможуть пояснити, у чому відмінність між упевненістю щодо вимірювання швидкості світла (яка була виміряна багато разів, і щоразу вимірювання проводили точнішим інструментом) і впевненістю щодо вимірювання запасів риби на півночі Атлантичного океану або популяції гірського лева в Каліфорнії. У таблиці 7 наведено приклади загальних характеристик процедурного знання, які можна перевірити в тестуванні.

Таблиця 7

### PISA-2015: процедурне знання

Загальні характеристики процедурного знання:
<ul style="list-style-type: none"><li>• поняття змінних, зокрема залежних, незалежних і керівних</li><li>• поняття вимірювання, наприклад, кількісні (вимірювання), якісні (спостереження), використання масштабу, безумовні й тривалі змінні</li><li>• способи оцінювання та зменшення невизначеності, наприклад, повторювані й усереднені вимірювання</li><li>• механізми забезпечення відтворюваності (близьке узгодження між повторюваними вимірюваннями тієї ж кількості) і точності даних (близьке узгодження між вимірюваною кількістю та дійсним значенням мірила)</li><li>• загальні способи відокремлення даних за допомогою таблиць, графіків і діаграм, а також використання їх належним чином</li><li>• стратегія керування даними та її роль у розробленні експериментів або використання рандомних контрольованих випробувань із метою уникнення змішаних висновків і виявлення можливих причинних механізмів</li><li>• характер відповідної структури наданого наукового питання, наприклад, експериментальне, у польових умовах або для виведення закономірностей</li></ul>

## Епістемне знання

49. Епістемне знання пов'язане з розумінням ролі окремих елементів і визначальних ознак, важливих для процесу формування наукових знань<sup>25</sup>. Ті, хто володіє таким знанням, може, навівши приклади, пояснити відмінність між науковою теорією й гіпотезою або між науковим фактом і спостереженням. Вони знають, що моделі – репрезентаційні, абстрактні або математичні – є ключовою ознакою науки й що такі моделі, радше, подібні до карт, ніж до зображень матеріального світу. Такі учні/студенти визнають, що модель речовини, яка складається з елементарних частинок, є ідеалізованим уявленням про речовину, і можуть пояснити, у чому модель Бора є обмеженою з погляду того, що нам відомо про

атом і його складники. Вони розуміють, що наукове поняття «теорія» не є тим самим, що й «теорія» як поняття з повсякденного життя, де його використовують як синонімічне до слів «домисел» або «здогадка». Знання процедур необхідне для пояснення того, що мають на увазі під стратегією керування даними; епістемне знання необхідне для пояснення, чому використання стратегії керування даними або відтворювання вимірювань знаходиться в центрі формування наукових знань.

50. Науково грамотна людина також розуміє, що вчені спираються на дані з метою просування припущень до рівня знань і що аргумент є загальною ознакою науки. Зокрема їм відомо, що деякі аргументи в науці є гіпотетично-

дедуктивними (наприклад, аргумент Коперника про геліоцентричну систему), деякі – індуктивними (збереження енергії), а деякі є умовиводами, породженими з найкращих пояснень (теорія еволюції Дарвіна або аргумент Вегенера щодо переміщення континентів). Вони також розуміють роль і значущість взаємоперевірки як механізму, встановленого науковим співтовариством для перевірки припущень і просування їх до рівня знань. По суті, епістемне знання забезпечує обґрунтування для процедур і практик, у яких задіяні науковці, знання структур і визначальних ознак, які служать керівним принципом для спрямування наукового дослідження, а також обґрунтування з метою

прийняття наукових тверджень про природний світ як переконань.

51. У таблиці 8 показано, що вважають основними ознаками епістемного знання як частини природничо-наукової грамотності.
52. Епістемне знання перевіряють безпосередньо в контексті, де учень/студент має інтерпретувати та виконати завдання, яке передусім потребує певних знань цього типу, ніж просто розуміння ознак, визначених у наведеній вище таблиці 8. Наприклад, учням/студентам може бути запропоновано визначити те, чи певні висновки обґрунтовані даними, або з'ясувати, який із доказів найкраще підтверджує гіпотезу, висунуту в завданні, і пояснити, чому.

Таблиця 8

### PISA-2015: епістемне знання

<b>Основні характеристики епістемного знання:</b>	
<b>Елементи й визначальні ознаки науки:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• характер наукових спостережень, фактів гіпотез, моделей і теорій</li> <li>• мета й завдання науки (отримувати пояснення природного світу) на відміну від технології (отримувати оптимальні рішення для забезпечення людських потреб), сутність наукового й технологічного завдання та відповідні дані</li> <li>• спрямованість науки на важливість, наприклад, публікацій, об'єктивності, усунення похибки тощо</li> <li>• характер наукових обґрунтувань, наприклад, дедуктивні, індуктивні, умовиводи, породжені з найкращих пояснень (абдуктивні), побудовані на аналогіях або на моделях</li> </ul>	
<b>Роль цих елементів й ознак в обґрунтуванні науково отриманого знання:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• способи підкріплення наукових припущень науковими даними й обґрунтуваннями</li> <li>• призначення різних форм емпіричних досліджень у формуванні знання, їх мета (перевіряння пояснювальної гіпотези або виявлення закономірності) і форма (спостереження, контрольовані експерименти, кореляційні дослідження)</li> <li>• шляхи впливу похибки вимірювання на ступінь безсумнівності наукового знання</li> <li>• використання й роль фізичної, системної й абстрактної моделей та їхні межі</li> <li>• роль співпраці та критики: як критичне оцінювання допомагає забезпечити довіру до наукових тверджень</li> <li>• роль наукового знання, поряд з іншими формами знань, у вирішенні соціальних і технологічних проблем</li> </ul>	

## ПРИКЛАДИ ЗАВДАНЬ (МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВЧИТЕЛЯ)

53. У цьому розділі представлено приклади груп завдань із природничо-наукових дисциплін. Перше завдання було використано в тестуванні PISA-2006; за його допомогою показано зв'язок між рамковими документами 2006 і 2015 років. Завдання наведено в первісному (паперовому) форматі. Водночас показано, у якому вигляді його можна перенести до комп'ютерного варіанта тестування. Другий приклад – нове завдання в комп'ютерному форматі,

яке зображує основні принципи рамкового документа з природничо-наукових дисциплін 2015 року. Третій – ілюструє інтерактивну симуляцію наукового дослідження, яка дає змогу оцінити вміння учнів/студентів в умовах широкого контексту. Інші приклади – це приклади завдань, використані в паперовому форматі оцінювання, аналіз яких дає змогу порівняти попередні й поточні підходи до оцінювання науково-природничої грамотності.

### 1. ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ

54. Група завдань у прикладі 1 має назву «ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ». У ньому йдеться про зростання середньої температури атмосфери Землі. Матеріал стимулює складатися з чотирьох коротких текстів, які ознайомлюють читача з поняттям «парникового ефекту»; він

містить графічну інформацію про середню температуру атмосфери Землі та викиди вуглекислого газу на Землі з плином часу.

55. Сфера застосування: якість навколишнього середовища в глобальному масштабі.

*Прочитайте тексти й надайте відповіді на наведені далі питання.*

#### ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ: ФАКТ ЧИ ВИГАДКА?

Усі живі істоти потребують енергії для життя. Енергія, яка підтримує життя на Землі, надходить від Сонця. Сонце дуже гаряче, тому певна кількість його енергії випромінюється в космос. Невеличка частка цієї енергії досягає Землі.

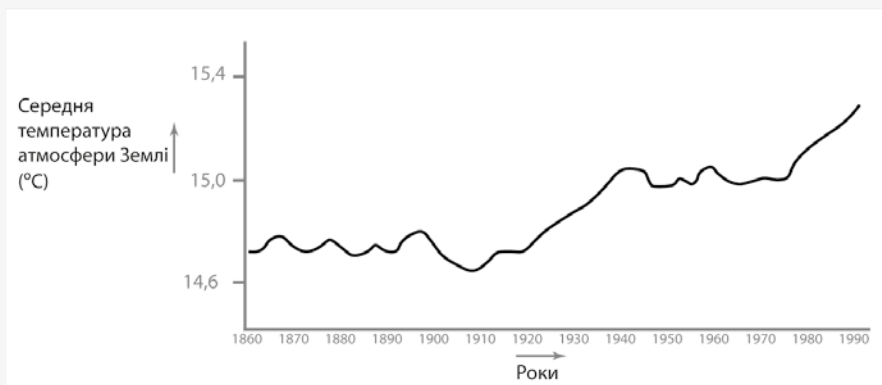
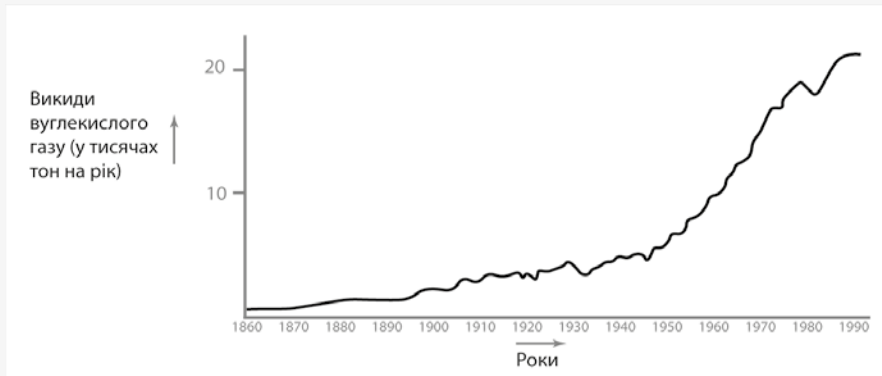
Атмосфера Землі діє як захисний шар над поверхнею нашої планети й запобігає коливанням температури, які відбуваються в безповітряному просторі. Більша частина випромінюваної Сонцем енергії проходить крізь атмосферу Землі. Земля поглинає частину цієї енергії, а ще частину відбиває назад поверхня Землі. Частину цієї відбитої енергії поглинає атмосфера.

Унаслідок цього середня температура над поверхнею Землі вища, ніж вона була б без атмосфери. Земна атмосфера зумовлює той самий ефект, що й теплиця, або парник, отже, термін «парниковий ефект» виник за аналогією.

Говорять, що впродовж XX століття «парниковий ефект» став більш вираженим. І справді, відомо, що останнім часом середня температура земної атмосфери підвищилася. У газетах і періодичних виданнях часто пишуть про збільшення викидів вуглекислого газу як головне джерело підвищення температури у XX столітті.

Учень Андрій зацікавився можливим зв'язком між середньою температурою атмосфери Землі й викидами вуглекислого газу на Землі.

У бібліотеці йому трапилися такі два графіки.



Проаналізувавши ці два графіки, Андрій зробив висновок, що, дійсно, підвищення середньої температури атмосфери Землі відбувається через зростання викидів вуглекислого газу.

### Завдання 1: ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ

Що саме в графіках підтверджує висновок Андрія?

.....

.....

### Оцінювання завдання 1

#### Відповідь зараховано повністю

Відповіді, у яких ідеться про збільшення (у середньому) і температури, і викидів вуглекислого газу.

#### Відповідь не зараховано

Відповіді, у яких ідеться про збільшення (у середньому) або температури, або викидів вуглекислого газу.

Відповіді, у яких ідеться про температуру й викиди вуглекислого газу без уточнення суті змін, пов'язаних із ними.

Інші відповіді.

**ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ: завдання 1.**  
**Категорії за рамковим документом**

	Категорії рамкового документа	
	<i>Рамковий документ 2006 року</i>	<i>Рамковий документ 2015 року</i>
<b>Тип знання</b>	Знання про науку	Епістемне
<b>Компетентність</b>	Наукове пояснення явищ	Наукове пояснення явищ
<b>Контекст</b>	Навколишнє середовище, глобальний	Навколишнє середовище, глобальний
<b>Когнітивна вимога</b>	Не застосовне	Середня

56. Завдання 1 демонструє, як рамковий документ 2015 року, використовуючи завдання рамкового документа 2006 року, визначає типи знання, компетентності й контексти. Так, рамковий документ 2006 року включає дві категорії наукових знань: знання *науки* (пов'язане зі знаннями природного світу з усіх основних галузей науки) і знання *про науку* (пов'язане із засобами й цілями науки). У рамковому документі 2015 року досліджено ці два аспекти, а знання *про науку* поділено на процедурне й епістемне знання. Завдання 1 потребує від учнів/студентів не тільки розуміння того, як саме дані наведені на

двох графіках, але й оцінювання наукової обґрунтованості цими доказами наведеного висновку. Це одна з особливостей епістемного знання, про яке йдеться в рамковому документі 2015 року. Контекстна категорія цього завдання – навколишнє середовище/глобальний контекст. Нова характеристика в рамковому документі 2015 року – оцінка когнітивної вимоги. Це завдання потребує інтерпретування графіків за допомогою виконання декількох пов'язаних кроків, і отже, згідно з описом у рамковому документі, належить до категорії середньої когнітивної вимоги.

### Завдання 2: ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ

Учениця Жанна не погоджується з висновком Андрія. Вона порівнює два графіки й стверджує, що деякі частини графіків не відповідають його висновку.

Наведіть приклад тієї частини графіків, які не відповідають висновку Андрія. Поясніть свою відповідь.

.....

.....

.....

### Оцінювання завдання 2

#### Відповідь зараховано повністю

Відповіді, у яких йдеться про одну окрему частину графіка, де обидві криві не йдуть одночасно донизу або йдуть одночасно угору, та в яких надано відповідні пояснення, наприклад:

- У період близько 1900–1910 кількість CO<sub>2</sub> збільшувалася, у той час як температура знижувалася.
- У період 1980–1983 викиди вуглекислого газу зменшувалися, а температура зростала.
- Температура в 1800-х була досить сталою, але показники на першому графіку зростали.
- З 1950 до 1980-х температура не зростала, а кількість викидів CO<sub>2</sub> – збільшувалася.
- З 1940 до 1975 р. температура залишалася майже такою самою, але викиди вуглекислого газу значно зросли.
- У 1940 році температура була набагато вищою, ніж у 1920, а показники викидів вуглекислого газу були дуже подібними.

### Відповідь зараховано частково

Відповіді, у яких указано правильний період, але не надано жодних пояснень.

Відповіді, у яких указано лише окремий рік, а не період, і надано прийнятне пояснення.

Відповіді, у яких наведено приклад, що не підтверджує Андріїв висновок, але період указано з помилкою. [Заувага: має бути доказ такої помилки, наприклад, на графіку чітко вказано період, про який ідеться, але потім зроблено помилку під час перенесення цієї інформації в текстовий формат.]

Відповіді, у яких указано на відмінність між двома кривими, але не вказано конкретний період.

Відповіді, у яких ідеться про нерівномірність одного з графіків.

Відповіді, які вказують на відмінність у графіках, але пояснення надано погано.

### Відповідь не зараховано

Відповіді, у яких указано на нерівномірність кривої без конкретного уточнення щодо кожного з наведених графіків.

Відповіді, у яких ідеться про неточно визначений період або рік і не надано жодних пояснень.

Інші відповіді.

Таблиця 10

### ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ: завдання 2. Категорії за рамковим документом

	Категорії рамкового документа	
	Рамковий документ 2006 року	Рамковий документ 2015 року
Тип знання	Знання про науку	Епістемне
Компетентність	Наукове пояснення явищ	Наукове пояснення явищ
Контекст	Навколишнє середовище, глобальний	Навколишнє середовище, глобальний
Когнітивна вимога	Не застосовне	Середня

57. Завдання 2 потребує від учнів/студентів компетентність, контекст і когнітивна вимога  
детального вивчення графіків. Знання, ті самі, що й у завданні 1.

### Завдання 3: ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ

Андрій продовжує наполягати на своєму висновку про те, що середнє підвищення температури атмосфери Землі зумовлене збільшенням викидів вуглекислого газу. Але Жанна вважає, що його висновок передчасний. Вона каже: «Перш ніж погодитися з цим висновком, необхідно впевнитися, що інші чинники, які можуть впливати на парниковий ефект, є незмінними».

Наведіть один із чинників, про який говорить Жанна.

.....

### Оцінювання завдання 3

#### Відповідь зараховано повністю

Відповіді, що вказують на чинник, пов'язаний з енергією (випромінюванням), яка (яке) йде від Сонця.

Відповіді, у яких названо чинник, пов'язаний із природним компонентом або потенційним забруднювачем.

## Відповідь не зараховано

Відповіді, у яких указано таку причину, що впливає на концентрацію вуглекислого газу.

Відповіді, які не вказують на конкретний чинник.

Інші неправильні чинники або інші відповіді.

Таблиця 11

### ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ: завдання 2. Категорії за рамковим документом

	Категорії рамкового документа	
	Рамковий документ 2006 року	Рамковий документ 2015 року
Тип знання	Знання про науку	Процедурне
Компетентність	Наукове пояснення явищ	Наукове пояснення явищ
Контекст	Навколишнє середовище, глобальний	Навколишнє середовище, глобальний
Когнітивна вимога	Не застосовне	Середня

58. Завдання 3 потребує, щоб учні/студенти оцінили керовані змінні з погляду критичного погляду на докази, що були використані для підтримки тверджень. У рамковому документі 2015 року цю категорію було визначено як «процедурне знання».
59. Нижченаведені знімки з комп'ютерного екрана ілюструють, який би вигляд мала група завдань «Парниковий ефект» у комп'ютерному форматі. Текст і графіки не було суттєво змінено; учні/студенти мають використовувати стрілки в правому верхньому куті екрана для перегортання сторінок, щоб побачити потрібні графіки й текст. Оскільки завдання в паперовому тесті були відкритого формату, комп'ютерна версія також потребує відкритого формату для цих завдань, що дасть можливість максимально зберегти відповідність паперовому тесту для забезпечення порівнюваності між способами проведення й, відповідно, для збереження тренду.

**PISA-2015** ? ← →

Парниковий ефект  
Вступ

ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ: ФАКТ ЧИ ВИГАДКА?

Усі живі істоти потребують енергії для життя. Енергія, яка підтримує життя на Землі, надходить від Сонця. Сонце дуже гаряче, тому певна кількість його енергії випромінюється в космос. Невеличка частка цієї енергії досягає Землі.

Атмосфера Землі діє як захисний шар над поверхнею нашої планети й запобігає коливанням температури, які відбуваються в безповітряному просторі. Більша частина випромінюваної Сонцем енергії проходить крізь атмосферу Землі. Земля поглинає частину цієї енергії, а ще частину відбиває назад поверхня Землі. Частину цієї відбитої енергії поглинає атмосфера.

Унаслідок цього середня температура над поверхнею Землі вища, ніж вона була б без атмосфери. Земна атмосфера зумовлює той самий ефект, що й теплиця, або парник, отже, термін «парниковий ефект» виник за аналогією.

Говорять, що впродовж XX століття «парниковий ефект» став більш вираженим. І справді, відомо, що останнім часом середня температура земної атмосфери зростає. У газетах і періодичних виданнях часто пишуть про збільшення викидів вуглекислого газу як головне джерело підвищення температури у XX столітті.

2

Схема 2. Група завдань «ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ» у комп'ютерному форматі: стимул, сторінка 1



## Парниковий ефект

### Вступ

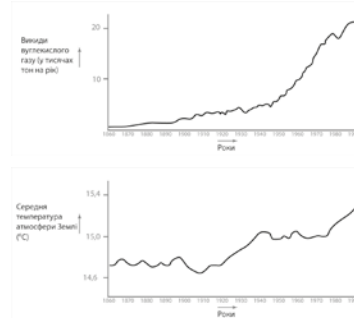
Для переходу до першого завдання натисніть **Далі**.

1

2

Учень Андрій зацікавився можливим зв'язком між середньою температурою атмосфери Землі й викидами вуглекислого газу на Землі.

У бібліотеці йому трапилися такі два графіки.



Проаналізувавши ці два графіки, Андрій зробив висновок, що, дійсно, підвищення середньої температури атмосфери Землі відбувається через зростання викидів вуглекислого газу.

Схема 3. Група завдань «ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ» у комп'ютерному форматі: стимул, сторінка 2

## Парниковий ефект

### Завдання 1/3

Упишіть відповідь на наведене нижче запитання.

Що саме в графіках підтверджує висновок Андрія?

### ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ: ФАКТ ЧИ ВИГАДКА?

Усі живі істоти потребують енергії для життя. Енергія, яка підтримує життя на Землі, надходить від Сонця. Сонце дуже гаряче, тому певна кількість його енергії випромінюється в космос. Невеличка частка цієї енергії досягає Землі.

Атмосфера Землі діє як захисний шар над поверхнею нашої планети й запобігає коливанням температури, які відбуваються в безповітряному просторі. Більша частина випромінюваної Сонцем енергії проходить крізь атмосферу Землі. Земля поглинає частину цієї енергії, а ще частину відбиває назад поверхня Землі. Частину цієї відбитої енергії поглинає атмосфера.

Унаслідок цього середня температура над поверхнею Землі вища, ніж вона була б без атмосфери. Земна атмосфера зумовлює той самий ефект, що й теплиця, або парник, отже, термін «парниковий ефект» виник за аналогією.

Говорять, що впродовж XX століття «парниковий ефект» став більш вираженим. І справді, відомо, що останнім часом середня температура земної атмосфери зростає. У газетах і періодичних виданнях часто пишуть про збільшення викидів вуглекислого газу як головне джерело підвищення температури у XX столітті.

Схема 4. Група завдань «ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ» у комп'ютерному форматі: завдання 1

### Парниковий ефект Завдання 2/3

Упишіть свою відповідь на наведене нижче запитання.

Учениця Жанна не погоджується з висновком Андрія. Вона порівнює два графіки й стверджує, що деякі частини графіків не відповідають його висновку.

Наведіть приклад тієї частини графіків, які не відповідають висновку Андрія. Поясніть свою відповідь.

#### ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ: ФАКТ ЧИ ВИГАДКА?

2

Усі живі істоти потребують енергії для життя. Енергія, яка підтримує життя на Землі, надходить від Сонця. Сонце дуже гаряче, тому певна кількість його енергії випромінюється в космос. Невеличка частка цієї енергії досягає Землі.

Атмосфера Землі діє як захисний шар над поверхнею нашої планети й запобігає коливанням температури, які відбуваються в безповітряному просторі. Більша частина випромінюваної Сонцем енергії проходить крізь атмосферу Землі. Земля поглинає частину цієї енергії, а ще частину відбиває назад поверхня Землі. Частину цієї відбитої енергії поглинає атмосфера.

Унаслідок цього середня температура над поверхнею Землі вища, ніж вона була б без атмосфери. Земна атмосфера зумовлює той самий ефект, що й теплиця, або парник, отже, термін «парниковий ефект» виник за аналогією.

Говорять, що впродовж XX століття «парниковий ефект» став більш вираженим. І справді, відомо, що останнім часом середня температура земної атмосфери зростає. У газетах і періодичних виданнях часто пишуть про збільшення викидів вуглекислого газу як головне джерело підвищення температури у XX столітті.

Схема 5. Група завдань «ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ» у комп'ютерному форматі: завдання 2

### Парниковий ефект Завдання 3/3

Упишіть свою відповідь на наведене нижче запитання.

Андрій продовжує наполягати на своєму висновку про те, що середнє підвищення температури атмосфери Землі зумовлене збільшенням викидів вуглекислого газу. Але Жанна вважає, що його висновок передчасний. Вона каже: «Перш ніж погодитися з цим висновком, необхідно впевнитися, що інші чинники, які можуть впливати на парниковий ефект, є незмінними».

Наведіть один із чинників, про який говорить Жанна.

#### ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ: ФАКТ ЧИ ВИГАДКА?

2

Усі живі істоти потребують енергії для життя. Енергія, яка підтримує життя на Землі, надходить від Сонця. Сонце дуже гаряче, тому певна кількість його енергії випромінюється в космос. Невеличка частка цієї енергії досягає Землі.

Атмосфера Землі діє як захисний шар над поверхнею нашої планети й запобігає коливанням температури, які відбуваються в безповітряному просторі. Більша частина випромінюваної Сонцем енергії проходить крізь атмосферу Землі. Земля поглинає частину цієї енергії, а ще частину відбиває назад поверхня Землі. Частину цієї відбитої енергії поглинає атмосфера.

Унаслідок цього середня температура над поверхнею Землі вища, ніж вона була б без атмосфери. Земна атмосфера зумовлює той самий ефект, що й теплиця, або парник, отже, термін «парниковий ефект» виник за аналогією.

Говорять, що впродовж XX століття «парниковий ефект» став більш вираженим. І справді, відомо, що останнім часом середня температура земної атмосфери зростає. У газетах і періодичних виданнях часто пишуть про збільшення викидів вуглекислого газу як головне джерело підвищення температури у XX столітті.

Схема 6. Група завдань «ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ» у комп'ютерному форматі: завдання 3

## 2. КУРІННЯ

60. Ця нова група завдань, використана в рамковому документі 2015 року як приклад, досліджує різні форми доказів щодо шкідливості наслідків куріння, а також способи допомогти людям кинути курити. У 2015 році нові завдання для галузі природничо-наукових дисциплін було розроблено тільки для комп'ютерної форми тестування, а отже, цей приклад наведено лише в комп'ютерному вигляді.
61. Усі стандартні типи завдань на платформі комп'ютерного тестування PISA-2015 мають вертикальний розподіл екрана з наданням стимулу до групи завдань із правого боку й механізмів для надання відповіді з лівого.

### Завдання 1: КУРІННЯ

PISA-2015
Група завдань: КУРІННЯ

Завдання 1/9

Іван і Роза виконують домашнє завдання. Вони досліджують інформацію про куріння цигарок.

Прочитайте інформацію про Іванове дослідження, наведену праворуч. Потім дайте відповідь на наведене нижче питання.

Виберіть **дві** причини з наведеного нижче списку, які б пояснювали, чому тютюнові компанії можуть заявляти, що **немає** доказів того, що смоли від цигаркового диму спричиняли в людей захворювання на рак.

Людський імунітет стійкий до смол.  
 Досліди було проведено на мишах.  
 Хімічні речовини від куріння зменшували вплив смол на людину.  
 У людей реакція може бути іншою, ніж у мишей.  
 У цигарках із фільтром усі смоли видаляються з диму.

#### Дослідження Івана

У 1950-х роках під час досліджень було встановлено, що смоли цигаркового диму призводять до захворювання на рак у мишей. Тютюнові компанії стверджували, що не було доказів того, що куріння спричиняло захворювання на рак у людей. Крім того, вони почали виробляти цигарки з фільтром.

Схема 7. КУРІННЯ: завдання 1

62. Це завдання потребує від учнів/студентів інтерпретування наведених доказів за допомогою знання наукових понять. Учні/студенти мають прочитати стимул, де наведено інформацію про дослідження, яке колись проводилося, стосовно потенційно шкідливих наслідків куріння, і потім вибрати два варіанти в меню для відповіді на завдання.
63. У цьому завданні учні/студенти мають застосувати свої знання, використавши компетентність пояснення явищ науково. Контекст завдання належить до категорії «Здоров'я та захворювання» в локальних/національних умовах. Когнітивна вимога: потрібно застосувати поняттєві знання (середній рівень вимоги).

Таблиця 12

#### КУРІННЯ: завдання 1. Категорії за рамковим документом

	Рамковий документ 2015 року
Тип знання	Змісту
Компетентність	Пояснення явищ науково
Контекст	Здоров'я та захворювання, локальний/національний
Когнітивна вимога	Середня

## Завдання 2: КУРІННЯ

### PISA-2015 Група завдань: КУРІННЯ

#### Завдання 3/9

Під час проведення дослідження щодо куріння Роза знайшла графік.

Використавши інформацію, яку знайшла Роза, виберіть найправильнішу відповідь на наведене нижче запитання.

Яке твердження найкраще описує дані в графіку?

- o Графік показує, що всі чоловіки, які курили цигарки, захворіли на рак легень.
- o Графік показує, що в 1940-х роках більше чоловіків курили цигарки, ніж у 2010.
- o Немає зв'язку між кількістю викурених цигарок і смертністю від раку легень.
- o Є стійкий зв'язок між кількістю викурених цигарок і смертністю від раку легень.

#### Дослідження Роза

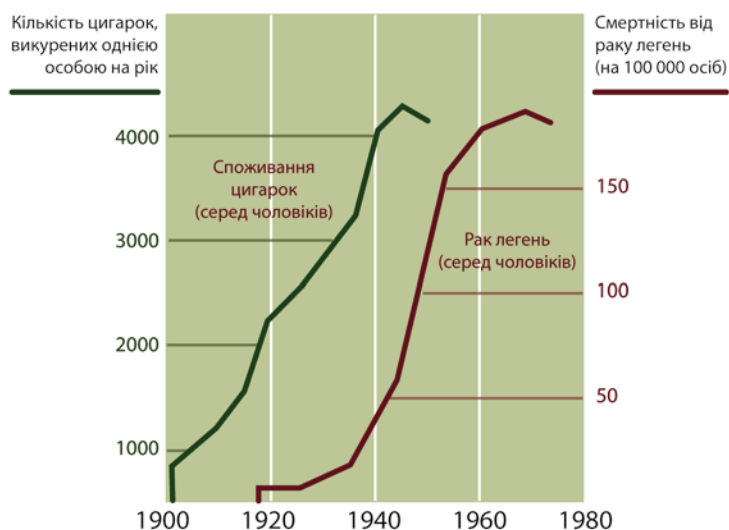


Схема 8. КУРІННЯ: завдання 2

64. Це завдання перевіряє в учнів/студентів розуміння даних.
65. З правого боку екрана зображено вихідні дані про споживання цигарок і смертність від раку легень серед чоловіків упродовж тривалого часу. Учні/студенти мають вибрати найкращий опис цих даних, натиснувши на круглу позначку, поряд із твердженням з лівого боку екрана.
66. Ця група завдань покликана перевірити знання змісту за допомогою використання компетентності науково інтерпретувати дані й докази.
67. Контекст «Здоров'я та захворювання» представлено в локальних/національних умовах. Оскільки учні/студенти мають інтерпретувати зв'язок між двома графіками, когнітивна вимога належить до середньої категорії.

Таблиця 13

#### КУРІННЯ: завдання 2. Категорії за рамковим документом

	Рамковий документ 2015 року
Тип знання	Змісту
Компетентність	Наукова інтерпретація даних і доказів
Контекст	Здоров'я та захворювання, локальний/національний
Когнітивна вимога	Середня

### 3. ХОЛОДИЛЬНИК «ГОРЩИК У ГОРЩИКУ»

68. Ця нова група завдань для тестування 2015 року демонструє нову особливість оцінювання природничо-наукової грамотності: використання інтерактивних завдань зі стимулом про наукове дослідження, метою яких є визначити й оцінити наукову грамотність учнів/студентів, а саме їхні знання та рівень відповідних компетентностей.
69. У цій групі завдань ідеться про реальний недорогий охолоджувальний контейнер, що називається «горщик у горщику», який було створено за допомогою предметів щоденного вжитку для забезпечення потреб місцевих мешканців в Африці. У цьому регіоні населення обмежене в можливостях використовувати

холодильники через їхню високу вартість й недоступність електричних мереж, водночас спекотний клімат змушує зберігати їжу охолодженою для того, щоб подовжити час, упродовж якого в ній не розмножуються бактерії й вона залишається безпечною для здоров'я.

70. На схемі 9 показано знімок зі стимулом до цієї групи завдань, у якому пояснено, який вигляд має холодильник «горщик у горщику» і як він працює. Учні/студенти не зобов'язані розуміти принцип охолодження внаслідок випаровування, вони мають тільки знати, що це відбувається.

#### Стимул до групи завдань

#### PISA-2015 Група завдань: ХОЛОДИЛЬНИК «ГОРЩИК У ГОРЩИКУ»

##### Вступ

Холодильник «горщик у горщику» – це винахід, який зазвичай використовують в африканських країнах для збереження їжі холодною без електроенергії.

Усередині великого горщика з глини розміщують маленький горщик із глини й накривають його кришкою з тканини або глини. Простір між двома горщиками заповнюють піском. Унаслідок цього створюють ізолювальний шар навколо внутрішнього горщика. Пісок підтримують у вологому стані шляхом періодичного доливання води через однакові інтервали часу. Коли вода випаровується, температура у внутрішньому горщику знижується.

Місцеві мешканці виготовляють такі охолоджувальні пристрої з глини, яка є доступним ресурсом у цих регіонах.

#### Горщик у горщику



Схема 9. ХОЛОДИЛЬНИК «ГОРЩИК У ГОРЩИКУ»: стимул

71. За допомогою цього стимулу учням/студентам пропонують дослідити умови, за яких буде досягнуто найефективнішого охолодження ( $4^{\circ}\text{C}$ ) для зберігання їжі в такому холодильнику свіжою. У моделі певні умови вважають постійними (температура повітря й вологість), але цю інформацію включено для збільшення

автентичності контекстних умов. У першому завданні учні/студенти мають дослідити оптимальні умови для збереження найбільшої кількості свіжої їжі в такому горщику-холодильнику шляхом змінювання товщини піщаного шару й рівня вологості.

## Завдання 1: ХОЛОДИЛЬНИК «ГОРЩИК У ГОРЩИКУ»

### PISA-2015 Група завдань: ХОЛОДИЛЬНИК «ГОРЩИК У ГОРЩИКУ»

#### Завдання 1

Дослідіть, яка модель «горщика в горщику» найбільше підійде для зберігання свіжої їжі для родини.

Їжа найкраще зберігається за температури 4°C, адже саме за такої температури їжа зберігається максимально свіжою, а розмноження бактерій у ній є мінімальним.

За допомогою розташованого навпроти симулятора знайдіть максимальну кількість їжі, яка може зберігатися свіжою (за 4°C), унаслідок зміни товщини й вологості шару піску.

Ви можете запускати симуляцію декілька разів, а також повторно вводити й видаляти будь-які дані.

Максимальна кількість їжі, що зберігається свіжою за температури 4°C –  кг.



Товщина піщаного шару (см)	Кількість їжі (кг)	Вологість піску (вологий/сухий)	Температура

Постійні змінні

Схема 10. ХОЛОДИЛЬНИК «ГОРЩИК У ГОРЩИКУ»: завдання 1

72. Після введення своїх умов (що також змінює візуальне зображення «горщика в горщику» на екрані), учні/студенти натискають на кнопку запису даних, після чого відбувається симуляція й дані потрапляють у таблицю. Вони мають увести дані до симуляції декілька разів, дані можна видалити або повторно внести будь-яку кількість разів за необхідності. Потім на екрані відповідно до введених даних буде виведено максимальну кількість їжі, яку можна зберегти за температури 4°C. У подальших завданнях будуть оцінені підходи учнів/студентів до розроблення й оцінювання такої форми наукового дослідження.

73. Цим завданням перевіряють процедурне знання та компетентність оцінювати й розробляти наукове дослідження. Контекст завдання належить до категорії «природні ресурси», хоча в ньому також є посилання на категорію «здоров'я та захворювання». Когнітивну вимогу цього завдання визначено як «висока», оскільки учням/студентам надано складну ситуацію й для відповіді на завдання вони мають розробити систематичну послідовність досліджень.

Таблиця 14

#### ХОЛОДИЛЬНИК «ГОРЩИК У ГОРЩИКУ»: завдання 1 Категорії за рамковим документом

	Рамковий документ 2015 року
Тип знання	Процедурне
Компетентність	Оцінювати й розробляти наукове дослідження
Контекст	Природні ресурси
Когнітивна вимога	Висока

## 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ

PISA-2015

Дослідження поверхні схилів  
Вступ

Прочитайте вступ. Потім натисніть на стрілку ДАЛІ.

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ

Група учнів звернула увагу на значущу різницю в рослинності на двох схилах одного міжгір'я: на схилі А рослинність значно зеленіша й рясніша, ніж на схилі В. Різницю показано на малюнку праворуч.

Учні з'ясовують, чому рослинність на схилах настільки відрізняється. У межах цього дослідження вони вимірюють три чинники навколишнього середовища впродовж певного терміну:

- **сонячне випромінювання:** скільки сонячного світла потрапляє на поверхню схилів;
- **вологість ґрунту:** наскільки вологий ґрунт у цій місцевості;
- **кількість опадів:** скільки опадів випадає в цій місцевості.

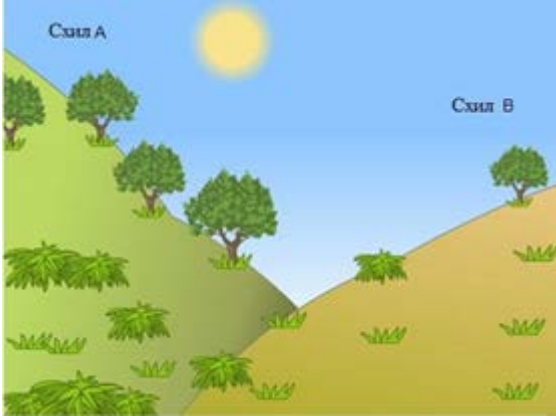


Схема 11. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ: стимул

### Завдання 1: ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ

PISA-2015

Дослідження поверхні схилів  
Завдання 1/2




Прочитайте інформацію про збирання даних праворуч і впишіть відповідь на запитання.

Чому для дослідження відмінності в рослинності на схилах учні розмістили по два однакових інструменти на кожному з них?

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ

#### Збирання даних

На кожному схилі учні розмістили по два інструменти трьох видів, як показано на малюнку.

-  Датчик сонячного випромінювання: вимірює кількість сонячного світла в мегаджоулях на квадратний метр (МДж/м<sup>2</sup>).
-  Датчик вологості ґрунту: вимірює кількість води як частку від об'єму ґрунту у відсотках.
-  Дощомір: вимірює кількість опадів у міліметрах (мм).




Схема 12. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ: завдання 1

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ: завдання 1**  
Категорії за рамковим документом

	<i>Рамковий документ 2015 року</i>
<b>Тип знання</b>	Епістемне: Земля та космос
<b>Компетентність</b>	Оцінювати й розробляти наукове дослідження
<b>Контекст</b>	Локальний/національний: природні ресурси
<b>Когнітивна вимога</b>	517 – Рівень 3

**Відповідь зараховано повністю**

<p>Учень/студент надає пояснення, у якому визначено перевагу для науковців від використання більше одного вимірювального інструмента на кожному схилі.</p>	<p><i>Приклади відповідей:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• для коригування отримуваних даних, які можуть бути неоднаковими через різні умови на поверхні кожного схилу, збільшення точності проведених на кожному схилі вимірювань тощо;</li> <li>• тому що це дасть змогу їм визначити, чи є відмінність між схилами суттєвою;</li> <li>• тому що, імовірно, на поверхні кожного схилу умови є неоднаковими;</li> <li>• для збільшення точності вимірювань на кожному схилі.</li> </ul>
--	---

Завдання 1 спрямоване на вимірювання вміння учнів/студентів застосовувати епістемне знання для пояснення моделі дослідження, наведеного в цій групі завдань. Це завдання, що належить до групи 3 за складністю, дає учням/студентам змогу

продемонструвати їхнє розуміння обґрунтування для процедури використання двох незалежних вимірювань досліджуваного явища. Знання підходів до обґрунтування оцінює сформованість епістемних знань учня/студента.

**Завдання 2: ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ**

PISA-2015

⏰

?

◀ ▶

**Дослідження поверхні схилів**  
Завдання 2/2

*Прочитайте інформацію щодо аналізу даних, наведену праворуч. Для відповіді на питання виберіть один із двох наданих варіантів і впишіть пояснення Вашої позиції нижче.*

Два учні не погоджуються один з одним щодо причини різної вологості ґрунту на двох схилах.

- Учень 1 вважає, що вологість ґрунту є різною через неоднаковість сонячного випромінювання, що потрапляє на схили.
- Учень 2 вважає, що вологість ґрунту є різною через різну кількість опадів на цих схилах.

З огляду на ці дані, хто з учнів має рацію?

Учень 1  
 Учень 2

Поясніть свою відповідь.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ**  
Аналіз даних

Учні беруть середні значення вимірювань, зроблених у певний проміжок часу кожною парою інструментів на кожному схилі, й обчислюють похибку для цих вимірювань. Отримані результати вони записують у таблицю й зазначають похибку після знака ±.

	Сонячне випромінювання, у середньому	Вологість ґрунту, у середньому	Кількість опадів, у середньому
Схема А	3 800 ± 300 МДж/м <sup>2</sup>	28 ± 2%	450 ± 40 мм
Схема В	7 200 ± 400 МДж/м <sup>2</sup>	18 ± 3%	440 ± 50 мм




Схема 13. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ: завдання 2



**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ: завдання 2**  
**Категорії за рамковим документом**

	<i>Рамковий документ 2015 року</i>
<b>Тип знання</b>	Епістемне: Земля та космос
<b>Компетентність</b>	Інтерпретувати дані й докази науково
<b>Контекст</b>	Локальний/національний: природні ресурси
<b>Когнітивна вимога</b>	589 – Рівень 4

**Відповідь зараховано повністю**

<p>Учень/студент обирає відповідь «Учень 1», а ТАКОЖ надає письмове пояснення, де вказано, що на поверхні двох схилів виявлено відмінність у кількості сонячного випромінювання й/або що відмінності в кількості опадів не було помічено.</p>	<p><i>Приклади відповідей:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• На схил В потрапляє значно більше сонячних променів, ніж на схил А, але кількість опадів є однаковою.</li> <li>• Між схилами немає відмінності за кількістю опадів.</li> <li>• Є велика відмінність між кількістю сонячного світла, що потрапляє на схил А, порівняно зі схилом В.</li> </ul>
---	---

У цьому завданні учні/студенти мають надати оцінку двом твердженням, інтерпретувавши наведені дані, які включають діапазон упевненості щодо середніх значень для вимірювань сонячного випромінювання, вологості ґрунту й опадів.

Учні/студентів просять продемонструвати розуміння впливу похибки вимірювань на ступінь упевненості, пов'язаної зі спеціальними науковими вимірюваннями, що є одним із головних аспектів епістемного знання.

## 5. МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ

### Завдання 1: МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ

**PISA-2015**

**Метеорні тіла й кратери**  
Завдання 1/3

Прочитайте текст «Метеорні тіла й кратери» праворуч. Виберіть відповідь на наведене нижче запитання.

Під час наближення до Землі та її атмосфери, метеорне тіло збільшує свою швидкість. Чому це відбувається?

- o Метеорне тіло притягує Земля внаслідок її обертання.
- o Метеорне тіло пришвидшує дія сонячного світла.
- o Метеорне тіло притягує Земля своєю масою.
- o Метеорне тіло відштовхує вакуум космосу.

**МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ**

Каміння в космосі, що потрапляє до атмосфери Землі, називають метеорними тілами (метеороїдами). Метеорні тіла, проникнувши в земну атмосферу, нагріваються й світяться. Більшість метеорних тіл згорає раніше, ніж досягає поверхні Землі. Коли метеорне тіло стикається із Землею, воно може утворити в ній западину, яку називають кратером.




Схема 14 МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ: завдання 1

Таблиця 17

### МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ: завдання 1 Категорії за рамковим документом

	Рамковий документ 2015 року
<b>Тип знання</b>	Змісту: фізика
<b>Компетентність</b>	Науково пояснювати явища
<b>Контекст</b>	Глобальний: кордони науки й технології
<b>Когнітивна вимога</b>	483 – Рівень 2





### Відповідь зараховано повністю

Учень/студент вибирає відповідь «Метеорне тіло притягує Земля своєю масою».

Завдання 1 потребує від учнів/студентів застосування простих наукових знань для вибору правильного пояснення того, чому збільшується швидкість предметів, що наближаються до Землі.

Це питання, що стосується знань змісту і на яке учні/студенти мають відповісти, надавши наукове пояснення певному явищу, належить до другого рівня складності за класифікацією PISA.

## Завдання 2: МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ

**PISA-2015**     

### Метеорні тіла й кратери

Завдання 2/3

Прочитайте текст «Метеорні тіла й кратери» праворуч. У випадковому меню виберіть відповіді на наведене нижче запитання.

Як впливає земна атмосфера на кількість кратерів на поверхні планети?

Чим більшою буде товщина атмосфери планети, тим **виберіть** кратерів буде на її поверхні, тому що **виберіть** метеорних тіл згоратиме в її атмосфері.

### МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ

Каміння в космосі, що потрапляє до атмосфери Землі, називають метеорними тілами (метеороїдами). Метеорні тіла, проникнувши в земну атмосферу, нагріваються й світяться. Більшість метеорних тіл згорає раніше, ніж досягає поверхні Землі. Коли метеорне тіло стикається із Землею, воно може утворити в ній западину, яку називають кратером.




Схема 15. МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ: завдання 2

Таблиця 18

### МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ: завдання 2 Категорії за рамковим документом

	<i>Рамковий документ 2015 року</i>
<b>Тип знання</b>	Змісту: Земля і космос
<b>Компетентність</b>	Науково пояснювати явища
<b>Контекст</b>	Глобальний: кордони науки й технології
<b>Когнітивна вимога</b>	450 – Рівень 2






### Відповідь зараховано повністю

Учень/студент вибирає менше кратерів і більше метеорних тіл.

Це завдання належить до другого рівня складності й передбачає, щоб учні/студенти вибрали дві відповіді, які пояснюють зв'язок між товщиною

атмосфери планети, імовірністю, що метеорні тіла згорять в атмосфері, і, як наслідок, кількістю кратерів, що виникнуть на поверхні планети.

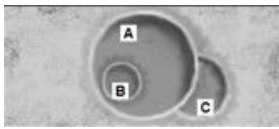
### Завдання 3: МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ

**PISA-2015**     

**Метеорні тіла й кратери**  
Завдання 3/3

Прочитайте текст «Метеорні тіла й кратери» праворуч. Для виконання наведеного нижче завдання перетягніть варіанти відповідей у стовпчики таблиць.

Подивіться на ці три кратери.



Упорядкуйте кратери за розміром метеорних тіл, унаслідок падіння яких вони утворилися, від найбільшого до найменшого.

	Найбільший	_____	Найменший
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	

Упорядкуйте кратери за часом їхнього утворення – від найстарішого до наймолодшого.

	Найстаріший	_____	Наймолодший
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	

**МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ**

Каміння в космосі, що потрапляє до атмосфери Землі, називають метеорними тілами (метеороїдами). Метеорні тіла, проникнувши в земну атмосферу, нагріваються й світяться. Більшість метеорних тіл згорає раніше, ніж досягає поверхні Землі. Коли метеорне тіло стикається із Землею, воно може утворити в ній западину, яку називають кратером.




Схема 16. МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ: завдання 3

Таблиця 19

### МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ: завдання 3 (ч.1) Категорії за рамковим документом

	<i>Рамковий документ 2015 року</i>
<b>Тип знання</b>	Змісту: Земля і космос
<b>Компетентність</b>	Науково пояснювати явища
<b>Контекст</b>	Глобальний: кордони науки й технології
<b>Когнітивна вимога</b>	299 – Рівень 1b

#### Відповідь зараховано повністю

Учень/студент упорядковує кратери в такій послідовності: А, В, С.

Перше завдання спрямоване на інтерпретування базових даних, і воно було найпростішим в природничо-науковому тесті 2015 року. Воно

потребує простих повсякденних знань про те, що більший предмет спричинить утворення більшого кратера, а менший – меншого.

**МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ: завдання 3 (ч.2)**  
**Категорії за рамковим документом**

	<i>Рамковий документ 2015 року</i>
<b>Тип знання</b>	Змісту: Земля і космос
<b>Компетентність</b>	Інтерпретувати дані й докази науково
<b>Контекст</b>	Глобальний: кордони науки й технології
<b>Когнітивна вимога</b>	438 – Рівень 2

**Відповідь зараховано повністю**

Учень/студент упорядковує кратери таким чином: С, А, В.

Друге завдання дещо складніше, оскільки учні/студенти мають порівняти три зображені на малюнку кратери з метою з'ясувати, коли вони утворилися, і відповідно розташувати їх від найстарішого до найновішого з огляду на те, як

вони перетинаються на зображенні. Наприклад: кратер С мав бути сформований першим, тому що кратер А трохи заходить на кратер С, а кратер В має бути найновішим, тому що він знаходиться всередині кратера А.

## 6. КУРІННЯ ТЮТЮНУ

Для куріння тютюну використовують цигарки, сигари або люльки. За результатами дослідження було з'ясовано, що від захворювань, пов'язаних із курінням, у світі щодня вмирає близько 13 500 людей. Прогнозують, що до 2020 року

рівень смертності у світі від захворювань, пов'язаних із курінням тютюну, становитиме 12 %. Тютюновий дим містить багато шкідливих речовин. Найзгубніші з них – смоли, нікотин і чадний газ.

### Завдання 1: КУРІННЯ ТЮТЮНУ

Тютюновий дим потрапляє в легені курця. Смоли з диму осідають у легенях, і це перешкоджає роботі легень.

Що з наведеного далі становить функцію легенів?

- A Нагнітання збагаченої киснем крові в усі частини тіла людини.
- B Перенесення певної кількості удихуваного людиною кисню до крові.
- C Очищення крові людини шляхом зменшення вмісту вуглекислого газу до нуля.
- D Перетворення молекул вуглекислого газу в молекули чадного газу

### Відповідь зараховано повністю

Код 1: Відповідь B – «Перенесення певної кількості кисню, який вдихає людина, до її крові».

### Відповідь не зараховано

Код 0: Інші відповіді.

Код 9: Відповіді немає.

### Завдання 2: КУРІННЯ ТЮТЮНУ

Куріння збільшує ризик захворювання на рак легенів, а також деяких інших захворювань.

Чи збільшується ризик цих захворювань через куріння тютюну?

Обведіть «Так» або «Ні».

Чи збільшується ризик ураження вказаними захворюваннями внаслідок куріння тютюну?	Так або ні?
Бронхіт	Так / Ні
ВІЛ / СНІД	Так / Ні
Вітряна віспа	Так / Ні

### Відповідь зараховано повністю

Код 1: Усі три відповіді правильні: «Так», «Ні», «Ні» – саме в цій послідовності

### Відповідь не зараховано

Код 0: Інші відповіді.

Код 9: Відповіді немає.

### Завдання 5: КУРІННЯ ТЮТЮНУ

Деякі люди використовують нікотинові пластирі для того, щоб допомогти собі кинути курити. Пластир наклеюють на шкіру, і крізь неї нікотин потрапляє в кров. Це допомагає зменшити потяг до куріння й полегшує прояв симптомів, які виникають у людини в цей період.

Щоб вивчити ефективність нікотинових пластирів, випадковим чином було зібрано групу зі 100 курців, які хотіли кинути курити. Групу вивчатимуть упродовж шести місяців. Ефективність нікотинових пластирів вимірюватимуть часткою людей, які до кінця експерименту не почнуть знову курити тютюн.

Який із наведених нижче варіантів є **найкращою** схемою для цього експерименту?

- A Усі люди в групі носитимуть пластир.
- B Усі носитимуть пластир, окрім однієї людини, яка намагається кинути курити без нього.
- C Люди самі вирішуватимуть, чи використовувати їм пластир для того, щоб кинути курити.
- D Відібрана випадковим чином половина людей із групи використовуватиме пластирі, а інша половина – ні.

### Відповідь зараховано повністю

Код 1: Відповідь D – «Відібрана випадковим чином половина людей із групи використовуватиме пластирі, а інша половина – ні».

### Відповідь не зараховано

Код 0: Інші відповіді.

Код 9: Відповіді немає.

### Завдання 6: КУРІННЯ ТЮТЮНУ

Для того, щоб людина кинула курити, використовують різні методи впливу на неї.

Чи ґрунтуються вказані далі методи розв'язування проблеми куріння на технології? Обведіть «Так» або «Ні».

Чи базується вказаний метод зменшення куріння на таких технологіях?	Так або ні?
Збільшувати вартість цигарок.	Так / Ні
Виготовляти нікотинові пластирі, які допомагають людині кинути курити.	Так / Ні
Забороняти куріння в громадських місцях.	Так / Ні

### Відповідь зараховано повністю

Код 1: Усі три відповіді правильні: «Ні», «Так», «Ні» – саме в цій послідовності.

### Відповідь не зараховано

Код 0: Інші відповіді.

Код 9: Відповіді немає.

### Завдання 10N: КУРІННЯ ТЮТЮНУ

Наскільки цікавить Вас ця інформація?

*Виберіть лише одну відповідь у кожному рядку.*

		<i>Дуже цікавить</i>	<i>Цікавить</i>	<i>Трохи цікавить</i>	<i>Не цікавить</i>
a)	Як смоли тютюну зменшують ефективність легенів?				
b)	Чому виникає тютюнова залежність?				
c)	Як тіло відновлюється після відмови від куріння?				





## 7. КИСЛОТНІ ДОЩІ

Розгляньте фотографію, наведену нижче. На ній зображено статуї-підпори у вигляді жіночих постатей, які називають каріатидами. Їх було виготовлено в Акрополі в місті Афіни понад 2500 років тому. Статуї зроблено з каменю, а саме з мармуру, головним складником якого є кальцій карбонат.

У 1980 році справжні статуї було перенесено до приміщення музею Акрополя, навколо ж музею тепер знаходяться їхні копії. Це було зроблено через те, що справжні мармурові статуї постійно руйнувалися під дією кислотних дощів.



### Завдання 1: КИСЛОТНІ ДОЩІ

Звичайний дощ є якоюсь мірою кислотним, оскільки вбирає з повітря певну кількість карбон (IV) оксиду (вуглекислого газу). Однак дощ може мати більшу кислотність, ніж звичайний, якщо ввібрав ще й інші гази, зокрема, оксиди Сульфуру та оксиди Нітрогену. Такий дощ – кислотний.

Звідки в повітрі з'являються оксиди Сульфуру та оксиди Нітрогену?

.....  
.....

### Відповідь зараховано повністю

Відповіді, у яких зазначено або викиди від автомобілів, або спалювання викопного палива, наприклад, нафти або вугілля, вулканічні гази або подібні причини.

Відповіді, у яких наведено неправильне й правильне джерело забруднення.

Відповіді, у яких ідеться про «забруднення», але не вказано джерело, яке є достатньою причиною для утворення кислотних дощів. [Лише згадування про «забруднення» достатньо, щоб зарахувати відповідь як повністю правильну.]

### Відповідь не зараховано

Інші відповіді, зокрема й ті, у яких ані згадано про «забруднення», ані наведено достатньої причини для утворення кислотних дощів.

### Завдання 2: КИСЛОТНІ ДОЩІ

Оцет і кислотний дощ мають приблизно однакову кислотність. Тому вплив кислоти на мармур можна змодельювати, якщо занурити мармурову пластинку в оцет на 8–10 годин. Після занурення мармуру в оцет з'являються бульбашки газу.

*Необхідно виміряти масу мармурової пластинки до й після експерименту.*

Мармурову пластинку масою 2,0 грами занурили в оцет на 8–10 годин. Потім пластинку вийняли з оцту.

Якою буде маса сухої пластинки?

- А Менше 2,0 грама
- Б Дорівнює 2,0 грама
- В Між 2,0 і 2,4 грама
- Г Більше 2,4 грама

### Відповідь зараховано повністю

Відповідь А. Менше 2,0 грама

### Відповідь не зараховано

Інші відповіді.

### Завдання 3: КИСЛОТНІ ДОЩІ

Учень, який проводив експеримент, описаний у попередньому завданні, вирішив провести ще один експеримент: занурити мармурову пластинку на 8–10 годин у дистильовану воду.

Поясніть, чому учень увів цей крок до свого експерименту.

.....  
.....

### Відповідь зараховано повністю

- Щоб довести, що кислота (оцет) необхідна для реакції.
- Щоб переконатися, чи дистильована вода є так само кислою, як вода кислотного дощу, і тому руйнує мармур.
- Щоб виявити, чи є інші причини для виникнення дірок у мармурі.
- Тому що він демонструє, що середовище дистильованої води є нейтральним, і мармур не реагує з будь-якою рідиною.

### Відповідь зараховано частково

Відповіді, у яких проведено паралель з експериментом з оцтом і мармуром, але чітко не вказано, що метою цього є показати, що кислота (оцет) є необхідною для реакції.

### Відповідь не зараховано

Інші відповіді.



## 8. ЩОДЕННИК СЕММЕЛЬВАЙСА

### Щоденник Семмельвайса. Текст 1

*«Липень 1846. Наступного тижня я стану «паном доктором» у першій палаті пологового будинку в головній лікарні Відня. Я злякався, коли почув про частку смертей серед пацієнток цієї клініки. Лише цього місяця там померли 36 із 208 матерів, усі – від пологової лихоманки. Пологи так само небезпечні, як пневмонія (запалення легенів) першого ступеня».*

Ці рядки зі щоденника Ігнаца Семмельвайса (1818–1865) ілюструють жахливі наслідки пологової лихоманки – заразної хвороби, що призвела до смерті багатьох жінок після пологів. І. Семмельвайс збирав дані про кількість смертей від пологової лихоманки у двох палатах, окремо в першій і окремо в другій (див. діаграму).



Діаграма

Лікарі, зокрема й Семмельвайс, не знали зовсім нічого про причини пологової лихоманки. Розгорнемо ще раз щоденник Семмельвайса:

*«Грудень 1846. Чому так багато жінок помирає від цієї лихоманки після пологів, що пройшли без жодних ускладнень? Століттями наука твердила нам, що матерів убиває невидима епідемія. Причинами можуть бути або зміни в повітрі, або якийсь позаземний вплив, або рух самої земної поверхні, землетрус».*

Малоймовірно, що в наші дні розглядатимуть позаземний вплив або землетрус як можливі причини лихоманки. Зараз нам відомо, що причина полягає в дотриманні гігієнічних умов. Але за часів, коли жив Семмельвайс, багато людей, навіть науковців, уважали саме так! Проте сам Семмельвайс заперечував, що лихоманку можуть викликати позаземний вплив або землетрус. Він намагався переконати в цьому своїх колег, навівши зібрані ним дані (див. діаграму).

### Завдання 1: ЩОДЕННИК СЕММЕЛЬВАЙСА

Уявіть себе на місці Семмельвайса. Поясніть, з огляду на зібрані Семмельвайсом дані, чому пологову лихоманку навряд чи може зумовити землетрус.

.....

.....

.....

.....

### Відповідь зараховано повністю

Код 2(1):	<p>Указано на різну кількість смертей (на 100 пологів) в обох палатах.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Оскільки в першій палаті смертність вища порівняно зі смертністю в другій палаті, то можна зробити висновок, що смертність не пов'язана із землетрусами.</li><li>• У другій палаті жінок померло менше, тож якби причиною смертності був землетрус, то кількість смертей у кожній палаті була б однаковою.</li><li>• Оскільки смертність у другій палаті не така висока, то, можливо, причина криється в першій палаті.</li><li>• Неправдоподібно, що землетрус спричиняє пологову лихоманку, тому що смертність різна в обох палатах.</li></ul>
-----------	---

### Відповідь зараховано частково

Код 1(1):	<p>Ідеться про те, що землетруси не відбуваються так часто.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Навряд чи це спричинено землетрусом, оскільки землетруси не відбуваються постійно.</li></ul>
Код 1(2):	<p>Ідеться про те, що землетрус мав би також вплинути й на людей, які не перебувають у палатах.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Якби це був землетрус, то жінки, які не були в лікарні, мали б також захворіти на пологову лихоманку.</li><li>• Якби землетрус був причиною, то весь світ (а не тільки жінки у двох палатах) мав би заражатися лихоманкою щоразу, коли б відбувалися землетруси.</li></ul>
Код 1(3):	<p>Ідеться про те, що під час землетрусів чоловіки не заражаються пологовою лихоманкою.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Якби чоловік був у лікарні й почався землетрус, то він би не заразився пологовою лихоманкою, отже, землетрус не є причиною зараження.</li><li>• Тому що лихоманка вражає тільки жінок і не вражає чоловіків.</li></ul>

### Відповідь не зараховано

Код 0(1):	<p>Ідеться лише про те, що землетрус не може спричинити лихоманку.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Землетрус не може вплинути на людину й зробити її хворою.</li><li>• Невеликий струс не може бути небезпечним.</li></ul>
Код 0(2):	<p>Ідеться (тільки) про те, що лихоманку зумовлює інша причина (не має значення, правильно вона зазначена чи ні).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Під час землетрусу не утворюються отруйні гази. Землетрус зумовлений переміщенням і зіткненням плит Землі.</li><li>• Вони нічого спільного не мають одне з одним, і це просто забобон.</li><li>• Землетрус аж ніяк не впливає на вагітність. Причина полягає в недостатній кваліфікації лікарів.</li></ul>
Код 0(3):	<p>У відповідях наведено комбінацію кодів 0(1) і 0(2).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Навряд чи пологова лихоманка могла б бути спричинена землетрусом, оскільки багато жінок померли після нормального народження дітей. Наука стверджує, що це невидима епідемія вбивала матерів.</li><li>• Смерть спричинена бактеріями, а землетрус не сприяє появі бактерій.</li></ul>
Код 0(4):	<p>Інші неправильні відповіді.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Я думаю, що був великий землетрус.</li><li>• У 1843 р. смертність знизилася більше в першій палаті, ніж у другій.</li><li>• Тому що землетрусів немає, а вони все ж заражаються. [Зверніть увагу: Припущення про те, що в той час не було землетрусів неправильне.]</li></ul>
Код 9:	Відповіді немає.

## Щоденник Семмельвайса. Текст 2

Одним із видів діагностики в лікарні був розтин. Тіло померлого розтинали, щоб з'ясувати причину смерті. Семмельвайс записав у щоденнику, що студенти, які працювали в першій палаті, зазвичай брали участь у розтині тіл жінок, померлих напередодні, а потім оглядали жінок, які щойно народили. При цьому студенти не надавали особливого значення тому, щоб ретельно помитися після розтинів. За їхнім запахом можна було сказати, що вони працювали в морзі, і дехто з них навіть пишався цим, оскільки вважав, що так можна продемонструвати свою працьовитість!

Один із друзів Семмельвайса помер, порізавшись під час розтину. Розтин його тіла показав, що в нього були такі ж симптоми, що й у матерів, які померли від пологової лихоманки. У Семмельвайса виникла нова ідея.

### Завдання 2: ЩОДЕННИК СЕММЕЛЬВАЙСА

Нова ідея Семмельвайса полягала в тому, що є зв'язок між значною часткою жінок, які помирали в пологових палатах, і поведінкою студентів.

Якою була ця ідея?

- A Якби студенти ретельно милися після розтинів, кількість випадків захворювання пологовою лихоманкою зменшилася б.
- B Студенти не мали б брати участі в розтинах, оскільки вони могли порізатися.
- C Від студентів тхнуло, тому що вони не милися після розтинів.
- D Студенти хотіли показати, які вони працелюбні, що призводило до недбальства під час огляду жінок-породіль.

### Відповідь зараховано повністю

Код 1: Відповідь А – «Якби студенти ретельно милися після розтинів, кількість випадків захворювання пологовою лихоманкою зменшилася б».

### Відповідь не зараховано

Код 0: Інші відповіді.

Код 9: Відповіді немає.

### Завдання 3: ЩОДЕННИК СЕММЕЛЬВАЙСА

Семмельвайс досяг успіху у своїх спробах зменшити кількість смертей, пов'язаних із пологовою лихоманкою. Але пологова лихоманка навіть зараз залишається хворобою, якої важко позбутися.

Лихоманка, яку складно лікувати, усе ще є проблемою в лікарнях. Нині вживають різноманітних заходів для розв'язування цієї проблеми. Зокрема – прання простиралл за високих температур.

Поясніть, чому висока температура під час прання простиралл сприяє зменшенню ризику захворювання пацієнтів на лихоманку.

.....  
.....

### Відповідь зараховано повністю

Код 1(1):	Ідеться про те, що знищують бактерії. <ul style="list-style-type: none"><li>• Тому що за високої температури багато бактерій гине.</li><li>• Бактерії не витримують високої температури.</li><li>• Бактерії згорають за високої температури.</li><li>• Бактерії зварюються. [Зверніть увагу: Хоча вирази «згорають» і «зварюються» неправильні з наукового погляду, кожну з двох останніх відповідей загалом можна розглядати як правильну.]</li></ul>
Код 1(2):	Ідеться про те, що відбувається знищення мікроорганізмів, мікробів або вірусів. <ul style="list-style-type: none"><li>• Тому що за високої температури гинуть маленькі організми, які спричиняють хворобу.</li><li>• Мікроби не витримують такої високої температури.</li></ul>
Код 1(3):	Ідеться про переміщення (змивання), а не знищення бактерій. <ul style="list-style-type: none"><li>• Бактерії змивають.</li><li>• Кількість бактерій зменшиться.</li><li>• Ви змиваєте бактерії за високої температури.</li></ul>
Код 1(4):	Ідеться про переміщення (змивання), а не знищення мікроорганізмів, мікробів або вірусів. <ul style="list-style-type: none"><li>• Тому що на ваше тіло не потраплять мікроби.</li></ul>
Код 1(5):	Ідеться про стерилізування простирадл. <ul style="list-style-type: none"><li>• Простирадла стерилізують.</li></ul>

### Відповідь не зараховано

Код 0(1):	Ідеться про те, що хворобу знищують. <ul style="list-style-type: none"><li>• Тому що за високої температури води відбувається знищення будь-яких мікробів на простирадлах.</li></ul>
Код 0(2):	Інші неправильні відповіді. <ul style="list-style-type: none"><li>• Тому вони не захворюють грипом.</li><li>• Коли Ви щось перете, то при цьому вимиваєте мікроби.</li></ul>

#### Завдання 4: ЩОДЕННИК СЕММЕЛЬВАЙСА

Багато хвороб можна вилікувати за допомогою антибіотиків. Проте позитивна дія деяких антибіотиків у боротьбі з пологовою лихоманкою зменшилася за останні роки.

У чому причина цього явища?

- A Після виготовлення антибіотики поступово втрачають свою активність.
- B Бактерії набувають стійкості до антибіотиків.
- C Ці антибіотики діють тільки проти пологової лихоманки, але не проти інших хвороб.
- D Необхідність у цих антибіотиках зменшилася, тому що останніми роками значно поліпшено умови надання медичної допомоги.

### Відповідь зараховано повністю

Код 1:	Відповідь B – «Бактерії набувають стійкості до антибіотиків».
--------	---

### Відповідь не зараховано

Код 0:	Інші відповіді.
Код 9:	Відповіді немає.

## 9. ОЗОН

Прочитайте наведений нижче уривок зі статті про озоновий шар

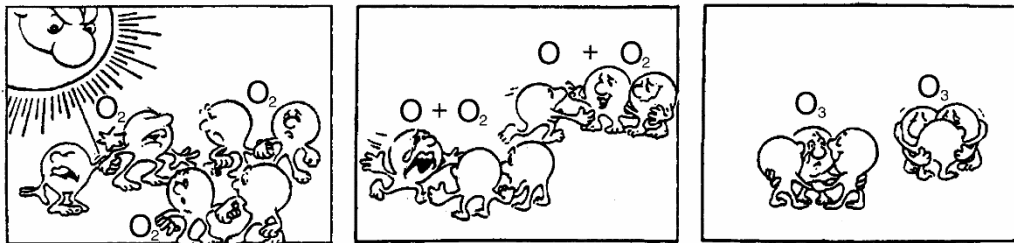
1 Атмосфера – океан повітря й безцінний природний ресурс для підтримання життя на Землі. На жаль, людська діяльність, зорієнтована на національні й особисті інтереси, завдає шкоди цьому загальному ресурсу, що призводить до виснаження тонкого озонового шару, який діє як захисний екран для життя на Землі.

5 Молекули озону складаються з трьох атомів Оксигену на відміну від молекул кисню, які складаються з двох атомів Оксигену. Молекули озону надзвичайно рідкісні: їх менше десяти на кожен мільйон молекул речовин – головних складників повітря. Проте впродовж майже мільярда років їх наявність в атмосфері відіграла вирішальну роль у збереженні життя на Землі. Залежно від того, де він знаходиться, озон може або захищати життя на Землі, або завдавати йому шкоди. Озон у тропосфері (на висоті до 10 км над землею поверхнею) – це «шкідливий» озон, який може завдати шкоди тканинам легенів і рослинам. Але понад 90 відсотків озону, який знаходиться в стратосфері (на висоті від 10 км до 40 км над землею поверхнею), – це «корисний» озон, який поглинає небезпечне ультрафіолетове випромінювання Сонця, тобто виконує корисну роботу. Без цього корисного озонового шару люди були б більш схильні до захворювань, які виникають унаслідок опромінення ультрафіолетовим випромінюванням Сонця.

15 В останні десятиліття кількість озону зменшилася. У 1974 році була висунута гіпотеза, що причиною цього можуть бути фреони (CFCs). До 1987 року наукові дослідження причинно-наслідкових зв'язків не давали переконливих підтверджень «причетності» фреонів до руйнування озону. Проте у вересні 1987 року офіційні представники різних країн зустрілися в Монреалі (Канада) і домовилися ввести суворі обмеження на використання фреонів.

### Завдання 1. ОЗОН

У наведеному вище тексті ніде не йдеться про те, як утворюється озон в атмосфері. Насправді щодня деяка кількість озону утворюється, а деяка – зникає. Спосіб утворення озону проілюстровано за допомогою наведеного далі коміксу (смішної розповіді в малюнках).



Припустімо, у вас є дядечко, який намагається зрозуміти, що зображено на малюнках. Проте він не отримав у школі природничо-наукової освіти й не розуміє, що намагався пояснити автор малюнків. Він знає, що в атмосфері немає ніяких маленьких чоловічків, але його цікавить, що зображають маленькі чоловічки з коміксу, а також що означають ці дивні написи  $O_2$  і  $O_3$  і який процес відображено на малюнках. Він просить вас пояснити комікс.

Припустімо, що Ваш дядечко знає:

- $O$  – позначення Оксигену;
- що таке атоми й молекули.

Опишіть своєму дядечкові, що зображено на кожному малюнку коміксу.

Скористайтеся термінами «атоми» й «молекули», щоб описати те, що сказано про атоми й молекули в рядках 4 і 5

.....

.....

### Відповідь зараховано повністю

Код 3(1):	<ul style="list-style-type: none"><li>• Коли Сонце освітлює молекулу кисню <math>O_2</math>, вона ділиться на два атоми. Ці два атоми потім з'єднуються з іншими молекулами кисню. Унаслідок з'єднання атома Оксигену <math>O</math> і молекули кисню <math>O_2</math> утворюється молекула озону – <math>O_3</math>.</li><li>• Комікси ілюструють утворення озону. Якщо молекула кисню <math>O_2</math> перебуває під впливом Сонця, вона розщеплюється на два атоми Оксигену <math>O</math>. Ці атоми Оксигену внаслідок «зустрічі» з іншою молекулою <math>O_2</math> утворюють молекулу озону <math>O_3</math>. Так утворюється озон.</li><li>• Маленькі чоловічки – це атоми Оксигену <math>O</math>. Коли вони об'єднуються, то утворюють молекули кисню <math>O_2</math>. Під впливом Сонця вони знову розпадаються на атоми Оксигену. Атоми Оксигену з <math>O_2</math> потім з'єднуються з молекулою <math>O_2</math>, утворюється озон <math>O_3</math>. [Зверніть увагу: Відповідь вважають правильною. Є, щоправда, невелика обмовка («атом з <math>O_2</math>» після того, як йшлося про атоми Оксигену).]</li></ul>
-----------	---

### Відповідь зараховано частково

Код 2(1):	<p>Приймають як правильні тільки перший і другий елементи.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Сонце розкладає молекули кисню на атоми. Атоми об'єднуються в групи. Кожна група складається з 3 атомів.</li></ul>
Код 2(2):	<p>Приймають як правильні тільки перший і третій елементи.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Кожен маленький чоловічок є атомом Оксигену. <math>O</math> – це один атом Оксигену, <math>O_2</math> – молекула кисню, <math>O_3</math> – група атомів, об'єднаних разом. Малюнки показують, що одна пара атомів Оксигену (<math>O_2</math>) розщеплюється, а потім кожна об'єднується з двома іншими парами й утворює дві групи по 3 атоми (<math>O_3</math>).</li><li>• Маленькі чоловічки – атоми Оксигену. <math>O_2</math> означає молекулу кисню (подібно до пари маленьких чоловічків, що тримають один одного за руки), а <math>O_3</math> означає три атоми Оксигену. Два атоми Оксигену з однієї пари відокремлюються один від одного, і кожен з'єднується з іншою парою (таких пар три), утворюється дві групи, кожна з яких містить три атоми Оксигену – <math>O_3</math>.</li></ul>
Код 1(1):	<p>Тільки перший елемент правильний.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Молекули кисню розпадаються. Вони утворюють атоми <math>O</math> та іноді – молекули озону. Озон зберігається, тому що одні молекули знищуються, а нові молекули утворюються.</li></ul>
Код 2(2):	<p>Приймають як правильні тільки перший і третій елементи.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Кожен маленький чоловічок є атомом Оксигену. <math>O</math> – це один атом Оксигену, <math>O_2</math> – молекула кисню, <math>O_3</math> – група атомів, об'єднаних разом. Малюнки показують, що одна пара атомів Оксигену (<math>O_2</math>) розщеплюється, а потім кожна об'єднується з двома іншими парами й утворює дві групи по 3 атоми (<math>O_3</math>).</li><li>• Маленькі чоловічки – атоми Оксигену. <math>O_2</math> означає молекулу кисню (подібно до пари маленьких чоловічків, що тримають один одного за руки), а <math>O_3</math> означає три атоми Оксигену. Два атоми Оксигену з однієї пари відокремлюються один від одного, і кожен з'єднується з іншою парою (таких пар три), утворюється дві групи, кожна з яких містить три атоми Оксигену – <math>O_3</math>.</li></ul>
Код 1(2):	<p>Тільки другий елемент правильний.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• «<math>O</math>» відповідає молекулі кисню, <math>O_2</math> = кисень, <math>O_3</math> = озон. Іноді обидві молекули кисню, об'єднавшись, потім відокремлюються Сонцем. Окремі молекули приєднуються до іншої пари та утворюють озон (<math>O_3</math>).</li></ul>
Код 1(3):	<p>Тільки третій елемент правильний.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• «<math>O</math>» (молекула кисню) змушена об'єднатися з <math>O_2</math> (подвійна молекула з атомів Оксигену), унаслідок чого під впливом тепла Сонця створюється <math>O_3</math> (потрійна молекула з атомів Оксигену). [Зверніть увагу: підкреслена частина відповіді відповідає елементу 3. Другий елемент не приймають, оскільки Сонце не бере участі в утворенні озону <math>O + O_2</math>, а лише сприяє розщеплюванню зв'язків у кисні <math>O_2</math>].</li></ul>



### Відповідь не зараховано

Код 0(1):	Немає жодного правильного елемента. <ul style="list-style-type: none"><li>• Сонце (ультрафіолетові промені) спалює озоновий шар і руйнує його. Маленькі чоловічки, із яких утворений озоновий шар, тікають від Сонця, тому що воно дуже гаряче. [Зверніть увагу: відповідь не приймають, якщо лише згадується про вплив Сонця.]</li><li>• На першому малюнку Сонце спалює озон. На другому малюнку маленькі чоловічки в сльозах розбігаються, на третьому малюнку вони обнімаються всі в сльозах.</li><li>• Дуже просто, дядечко, «О» – це частинка кисню, а числа поряд з «О» показують кількість частинок у групі.</li></ul>
Код 9:	Відповіді немає.

### Завдання 2: ОЗОН

Озон утворюється під час грози. Після грози саме він дає типовий запах. У рядках тексту 8 - 13 автор пояснює відмінність між «шкідливим» і «корисним» озоном. Використавши терміни, наведені в статті, дайте відповідь на запитання.

Яким є озон, що утворюється під час грози, – «шкідливим» чи «корисним»?

Виберіть із таблиці відповідь і пояснення, яке підтверджене текстом.

Обведіть їх.

	Шкідливий озон чи корисний?	Пояснення
A	Корисний	Утворюється за поганої погоди.
B	Шкідливий	Утворюється в тропосфері.
C	Корисний	Утворюється в стратосфері.
D	Корисний	Добре пахне.

### Відповідь зараховано повністю

Код 1:	Відповідь B – «Шкідливий. Утворюється в тропосфері».
--------	--

### Відповідь не зараховано

Код 0:	Інші відповіді.
Код 9:	Відповіді немає.

### Завдання 3. ОЗОН

У рядках 11–13 зазначено: «Без цього корисного озонового шару люди були б більш схильні до захворювань, які виникають унаслідок опромінення ультрафіолетовим випромінюванням Сонця».

Назвіть одне з таких захворювань, указавши, що саме воно вражає.

.....

.....

**Відповідь зараховано повністю**

Код 1:	Указано на рак шкіри або інші захворювання, спричинені сонячним опроміненням. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Рак шкіри.</li> <li>• Мелонома [Зверніть увагу: цю відповідь можна розглядати як правильну, хоча вона містить помилку в написанні.]</li> </ul>
--------	---

**Відповідь не зараховано**

Код 0:	Наводиться інший тип раку. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Рак легенів.</li> </ul>
--------	---

АБО

Код 0:	Просто вказується «рак». <ul style="list-style-type: none"> <li>• Рак.</li> </ul>
--------	---

АБО

Код 0:	Інші відповіді.
--------	-----------------

**Завдання 4: ОЗОН**

Наприкінці тексту йдеться про міжнародну конференцію в Монреалі. На цій конференції обговорювали багато питань, що стосуються можливого виснаження озонового шару. Два із цих питань наведені нижче в таблиці.

Чи можуть наукові дослідження дати відповідь на наведені в таблиці запитання?

Обведіть «Так» або «Ні» в кожному рядку.

Питання	Чи можна знайти відповідь за допомогою наукових досліджень?
Чи можуть сумніви вчених щодо впливу фреонів на озоновий шар бути причиною пасивності влади?	Так / Ні
Чому дорівнювала б концентрація фреонів в атмосфері у 2002 році, якби в атмосферу потрапила така ж кількість фреонів, що й зараз?	Так / Ні

**Відповідь зараховано повністю**

Код 1:	Відповіді, у яких указано «Ні» і «Так» – саме в цій послідовності.
--------	--

**Відповідь не зараховано**

Код 0:	Інші відповіді.
--------	-----------------

Код 9:	Відповіді немає.
--------	------------------



## 10. АВТОБУСИ

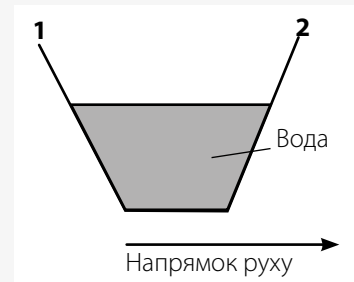
### Завдання 1. АВТОБУСИ

Автобус їде прямою дорогою. Водій автобуса на ім'я Рей тримає склянку води на панелі приладів.

Несподівано Рей натискає на гальма.

Що станеться з водою в склянці?

- A Вода залишиться в горизонтальному положенні.
- B Вода розхлюпається з боку № 1 склянки.
- C Вода розхлюпається з боку № 2 склянки.
- D Вода розхлюпається, однак невідомо, із якого з боків склянки, № 1 або № 2, це станеться.



### Відповідь зараховано повністю

Код 1: Відповідь С – «Вода розхлюпається з боку № 2 склянки».

### Відповідь не зараховано

Код 0: Інші відповіді.

Код 9: Відповіді немає.

### Завдання 2: АВТОБУСИ

Автобус, водієм якого є Рей, як і більшість інших автобусів, оснащений бензиновим двигуном. Через такі автобуси забруднюється довкілля.

У деяких містах використовують тролейбуси. Вони оснащені електродвигунами. Напруга, необхідна для таких електродвигунів, подається спеціальними дрововими контактними мережами (як і для електропоїздів).

Електрику виробляють спеціальні станції, які використовують викопне паливо.

Прихильники використання тролейбусів у містах стверджують, що цей вид транспорту не забруднює довкілля.

Як Ви вважаєте, чи мають рацію прихильники використання тролейбусів? Поясніть свою відповідь.

.....  
.....

### Відповідь зараховано повністю

Відповідь містить твердження про те, що станції, які використовують викопне паливо, також забруднюють довкілля.

- Код 1:
- Ні, станції також спричиняють забруднення довкілля.
  - Так, вони праві лише щодо самого міста, разом із тим станції, які використовують викопне паливо, шкідливо впливають на довкілля.

### Відповідь не зараховано

Код 0: Так або ні без подальшого пояснення.

Код 9: Відповіді немає.

## 11. ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

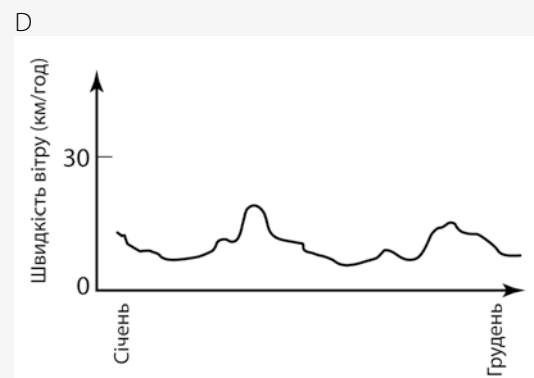
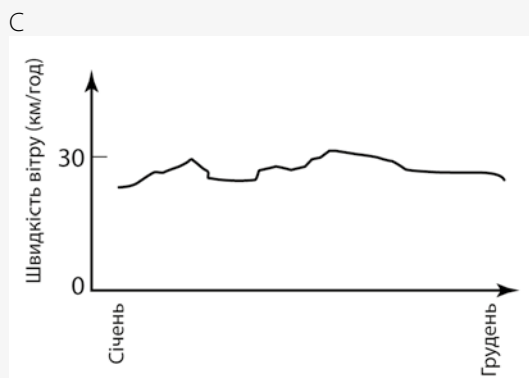
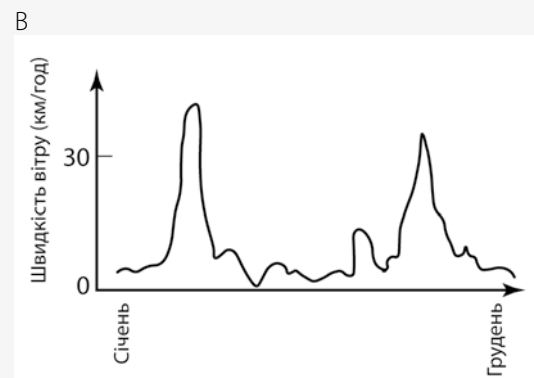
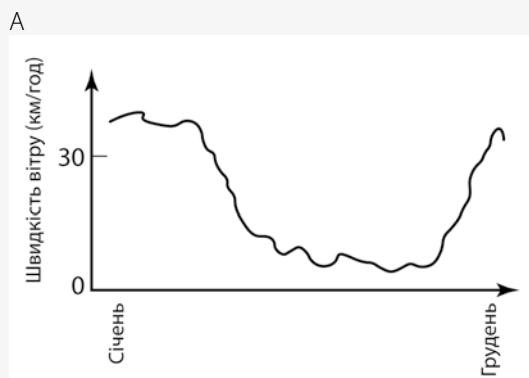
Багато людей вважають, що вітер має замінити нафту й вугілля як джерело для виробництва електроенергії. На малюнку зображені вітряки – споруди з лопатями, які обертаються завдяки вітру. Ці обертання зумовлюють вироблення електроенергії генераторами вітряків.



Вітряна електростанція

### Завдання 1. ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Наведені нижче графіки показують середню швидкість вітру впродовж року в чотирьох різних місцях. Який із графіків указує на місце, що найбільш придатне для встановлення вітряної електростанції?



### Відповідь зараховано повністю

Код 1: Відповідь – С.

### Відповідь не зараховано

Код 0: Інші відповіді.

Код 9: Відповіді немає.

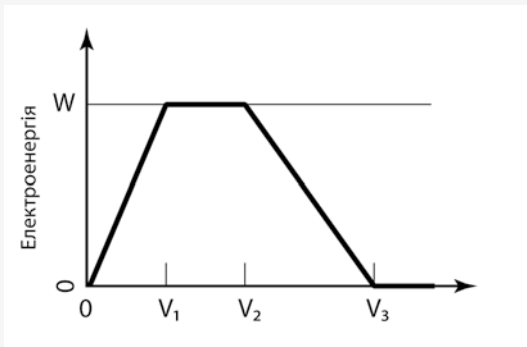
## Завдання 2. ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Чим сильніший вітер, тим швидше обертаються лопаті вітряків і тим більше виробляється електроенергії. Проте в реальних умовах немає прямого зв'язку між швидкістю вітру й обсягами виробленої електроенергії. Нижче наведено чотири умови, за яких відбувається вироблення електроенергії на робочій вітряній електростанції.

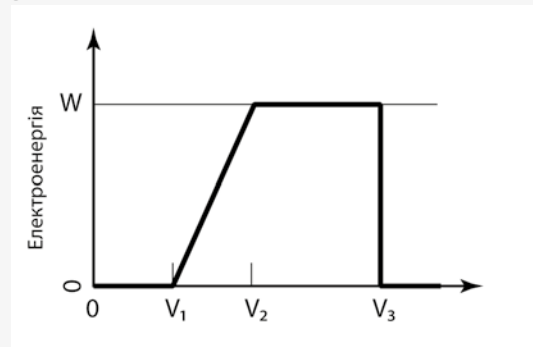
- Лопаті вітряків починають обертатися, коли швидкість вітру досягає  $V_1$ .
- Вироблення електроенергії досягає максимального обсягу ( $W$ ), коли швидкість вітру становить  $v_2$ .
- З міркувань безпеки не допускають обертання лопатей швидше, ніж вони обертаються за швидкості вітру  $v_2$ .
- Лопаті припиняють обертання, коли швидкість вітру становить  $v_3$ .

Який із наведених нижче графіків найкраще відображає співвідношення швидкості вітру й обсягу отриманої електроенергії за виконання зазначених вище умов?

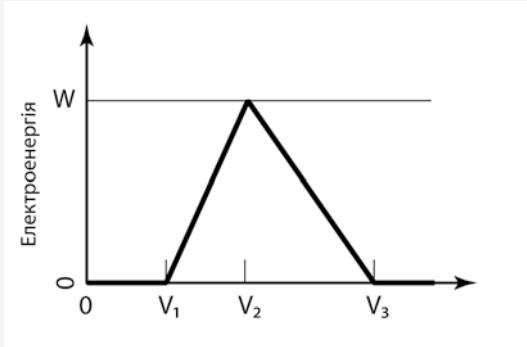
A



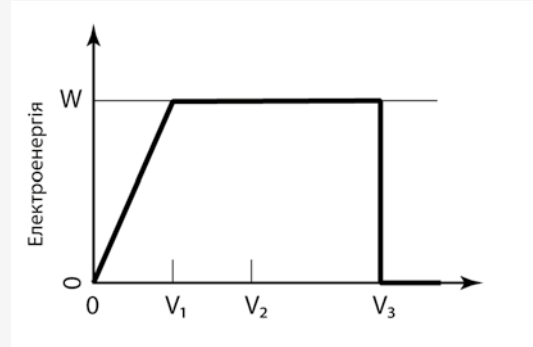
B



C



D



### Відповідь зараховано повністю

Код 1: Відповідь – B.

### Відповідь не зараховано

Код 0: Інші відповіді.

Код 9: Відповіді немає.

### Завдання 3. ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Чим більша висота над рівнем моря, тим повільніше обертаються лопаті за тієї самої швидкості вітру.

Яка з наведених нижче причин найкраще пояснює, чому лопаті вітряків обертаються повільніше в більш високих місцевостях за тієї самої швидкості вітру?

- A Зі збільшенням висоти повітря стає менш щільним.
- B Зі збільшенням висоти температура повітря стає нижчою.
- C Зі збільшенням висоти сила тяжіння зменшується.
- D Зі збільшенням висоти частіше дощить.

#### Відповідь зараховано повністю

Код 1: Відповідь А – «Зі збільшенням висоти повітря стає менш щільним».

#### Відповідь не зараховано

Код 0: Інші відповіді.

Код 9: Відповіді немає.

### Завдання 4: ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Опишіть одну конкретну перевагу й один конкретний недолік використання вітру для вироблення електроенергії порівняно з використанням таких видів органічного палива, як вугілля та нафта.

.....

.....

.....

.....

#### Відповідь зараховано повністю

Описано одну конкретну перевагу та один характерний недолік.

**Коментар до оцінювання:** витрати на вітряну ферму можливо розглядати і як перевагу, і як недолік – залежно від того, який аспект брати до уваги (наприклад, витрати на встановлення чи експлуатаційні витрати). Отже, лише вказати «витрати» як перевагу або недолік без подальшого пояснення недостатньо для зарахування відповіді як правильної.

**[Перевага]**

- Код 2:
- Не виділяється вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>).
  - Не потребує споживання органічного палива.
  - Вітряний ресурс не буде вичерпаний.
  - Після встановлення вітроелектричного генератора вартість виробництва електроенергії є низькою.
  - Немає відходів та/або немає виділення токсичних хімічних речовин.
  - Використання природних сил або екологічно чистої енергії.
  - Не чинить негативного впливу на навколишнє середовище та триватиме дуже довгий час.

	<p><b>[Недолік]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Виробництво на вимогу неможливе. <i>[Через те, що швидкість вітру не може бути контрольованою.]</i></li> <li>• Обмежена кількість місць, придатних для встановлення вітряків.</li> <li>• Вітряки можуть бути пошкоджені надто сильним вітром.</li> <li>• Обсяг електроенергії, яку виробляє кожний вітряк, відносно невеликий.</li> <li>• У деяких випадках відбувається шумове забруднення.</li> <li>• Іноді гинуть птахи, якщо вони врізаються в ротори.</li> <li>• Змінюються природні ландшафти <i>[Візуальне забруднення навколишнього середовища.]</i></li> <li>• Висока вартість установа.</li> </ul>
Код 2:	

### Відповідь зараховано частково

Код 1:	Описано (згідно з описом правильної відповіді) правильну перевагу або правильний недолік, але не обидва з них.
--------	--

### Відповідь не зараховано

	<p>Не описано жодної правильної переваги та жодного правильного недоліку. Нижче наведені окремі приклади неприйнятних переваг і недоліків.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Добре для навколишнього середовища та природи. <i>[Така відповідь є твердженням загального характеру.]</i></li> <li>• Погано для навколишнього середовища та природи.</li> </ul>
Код 0:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дешевше побудувати вітряну електростанцію, ніж побудувати електростанцію з використанням паливних корисних копалин. <i>[У такій відповіді ігнорується той факт, що для вироблення такого самого обсягу енергії, як і на електростанції з використанням паливних корисних копалин, знадобиться величезна кількість вітроелектричних генераторів.]</i></li> <li>• Вартість не буде такою високою.</li> </ul>

Код 9:	Відповіді немає.
--------	------------------

## 12. СВІТЛО ЗІРОК

Тошіо подобається дивитися на зірки. Проте він не має належної можливості спостерігати за ними вночі, тому що він живе у великому місті.

Торік Тошіо відвідував сільську місцевість, де він спостерігав за великою кількістю зірок, які він не може побачити під час перебування в місті.



### Завдання 1: СВІТЛО ЗІРОК

Чому в сільській місцевості є можливість спостерігати за значно більшою кількістю зірок, ніж у великих містах?

- A У містах місяць яскравіший і перешкоджає передаванню світла від багатьох зірок.
- B У сільському повітрі міститься більше пилу, який відбиває світло, ніж у міському повітрі.
- C Через яскравість міського освітлення багато зірок складно побачити.
- D У містах температура повітря вища через тепло, що виділяється автомобілями, технікою та будинками.

### Відповідь зараховано повністю

Код 1: **Відповідь C – «Через яскравість міського освітлення багато зірок складно побачити».**

### Відповідь не зараховано

Код 0: **Інші відповіді.**

Код 9: **Відповіді немає.**

### Завдання 2: СВІТЛО ЗІРОК

Для того, щоб вести спостереження за зірками низької яскравості, Тошіо використовує телескоп з об'єктивом великого діаметра.

Чому використання телескопа з об'єктивом великого діаметра уможливило ведення спостереження за зірками низької яскравості?

- A Чим більший об'єктив, тим більше світла можна зібрати.
- B Чим більший об'єктив, тим сильніше він збільшує.
- C Більші об'єктиви дають змогу побачити більше неба.
- D Більші об'єктиви можуть виявляти темні кольори в зірках.

### Відповідь зараховано повністю

Код 1: **Відповідь A – «Чим більший об'єктив, тим більше світла можна зібрати».**

### Відповідь не зараховано

Код 0: **Інші відповіді.**

Код 9: **Відповіді немає.**



## 13. РИЗИК ДЛЯ ЗДОРОВ'Я?

Уявіть, що Ви живете поблизу великого хімічного заводу, який виробляє добрива для використання в сільському господарстві. В останні роки було кілька випадків, коли люди в цьому регіоні потерпали від тривалих проблем із диханням. Багато місцевих жителів вважає, що ці симптоми спричинені токсичними випарами, які виділяє завод хімічних добрив, розташований неподалік.

Було проведено громадські слухання з метою обговорення потенційної небезпеки хімічного заводу для здоров'я місцевих мешканців. На слуханнях науковці зробили такі заяви.

### **Заяви науковців, що працюють у хімічній компанії**

«Ми провели дослідження токсичності ґрунту в регіоні. Нами не було виявлено жодного доказу наявності токсичних хімічних речовин у взятих нами зразках.»

### **Заяви науковців, найнятих зацікавленими членами місцевої громади**

«Ми розглянули низку випадків тривалих проблем із диханням у регіоні та порівняли їх кількість із кількістю аналогічних випадків у регіоні, розташованому далеко від хімічного заводу. Випадків більше в регіоні поблизу хімічного заводу.»

### **Завдання 1: РИЗИК ДЛЯ ЗДОРОВ'Я?**

Власник хімічного заводу скористався заявою науковців/учених, які працюють на компанію, для того, щоб аргументувати, що «випари, які виділяє завод, не становлять загрози здоров'ю місцевих мешканців».

*Наведіть одну причину, відмінну від тієї, що зазначена в заяві вчених, найнятих зацікавленими громадянами, для того, щоб піддати сумніву те, що заява науковців, які працюють на компанію, підтримує аргумент власника заводу.*

.....  
.....

### **Відповідь зараховано повністю**

Код 1:	Надана належна відповідь для того, щоб піддати сумніву те, що заява підтримує аргумент власника. <ul style="list-style-type: none"><li>• Можливо, що хімічна речовина, яка спричиняє проблеми з диханням, не була визнана як токсична.</li><li>• Можливо, що проблеми з диханням виникали тільки тоді, коли хімічні речовини були в повітрі, а не в ґрунті.</li><li>• Можливо, токсичні хімічні речовини змінюються/розкладаються з плином часу в ґрунті та перетворюються на нетоксичні речовини.</li><li>• Нам невідомо, чи були зразки взято саме в цьому регіоні.</li><li>• Тому що вченим платить компанія.</li><li>• Науковці побоювалися втратити свою роботу.</li></ul>
--------	---

### **Відповідь не зараховано**

Код 0:	Інші відповіді.
Код 9:	Відповіді немає.

### Завдання 3: РИЗИК ДЛЯ ЗДОРОВ'Я?

Науковці, найняті зацікавленими громадянами, порівняли кількість людей із тривалими проблемами з диханням, які мешкають поблизу хімічного заводу, із кількістю таких людей, які живуть далеко від заводу. *Опишіть одну можливу відмінність між двома регіонами, яка змусить Вас подумати про те, що порівняння не було коректним.*

.....

.....

.....

### Відповідь зараховано повністю

Код 1:	Відповіді мають бути зосереджені навколо можливих відповідних відмінностей між регіонами, у яких проводять дослідження. <ul style="list-style-type: none"><li>• Кількість людей у двох регіонах може бути різною.</li><li>• В одному регіоні медичні послуги можуть бути якіснішими, ніж в іншому.</li><li>• У кожному з регіонів може бути різне співвідношення людей похилого віку.</li><li>• В іншому регіоні можуть бути інші забруднювачі повітря.</li></ul>
--------	---

### Відповідь не зараховано

Код 0:	Інші відповіді. <ul style="list-style-type: none"><li>• Відмінності між регіонами могли б бути значними.</li></ul>
Код 9:	Відповіді немає.

### Завдання 10N. РИЗИК ДЛЯ ЗДОРОВ'Я?

Наскільки Вас цікавить така інформація?  
*Зробіть лише одну позначку в кожному рядку.*

		<i>Дуже цікавить</i>	<i>Цікавить</i>	<i>Трохи цікавить</i>	<i>Не цікавить</i>
a)	Більше знати про хімічний склад сільсько-господарських добрив				
b)	Розуміти, що відбувається з токсичними парами, які виділяються до атмосфери				
c)	Дізнатися про респіраторні захворювання, причиною яких можуть бути викиди хімічних речовин				



# СТАВЛЕННЯ

## Чому ставлення має значення

74. Ставлення людей до науки відіграє значну роль на шляху формування їхньої зацікавленості, уваги й активності в галузях науки й техніки, а також у питаннях, які безпосередньо стосуються цих людей. Однією з цілей навчання природничо-наукових дисциплін є розвиток такого ставлення, яке спонукає учнів/студентів брати активну участь у вирішенні наукових проблем. Таке ставлення сприяє подальшому оволодінню науковими й технічними знаннями й застосуванню їх на користь людини в особистісному, локальному/національному та глобальному масштабах, а також сприяє розвитку самоефективності<sup>26</sup>.

75. Ставлення є частиною структури природничо-наукової грамотності. Тобто природничо-наукова грамотність особи включає в себе

<sup>26</sup> Bandura, 1997.

певні форми ставлення, переконання, мотиваційну спрямованість, самоефективність і цінності. Ставлення як елемент природничо-наукової грамотності в рамковому документі PISA визначено з оперттям на структуру емоційної сфери в галузі природничо-наукової освіти та з урахуванням положень наукових оглядів досліджень із питань ставлення<sup>27</sup>. У цих оглядах було визначено відмінність між ставленням до науки та науковим ставленням: якщо перше вимірюють рівнем зацікавленості, що виявляється в стосунку до наукових питань і дій, то друге виявляється в схильності цінувати емпіричні докази як підґрунтя для формування переконань.

<sup>27</sup> Gardner, 1975; Klopfer 1976; Osborne, Simon and Collins, 2003; Schibeci, 1984.

## Визначення форм ставлення до науки в межах PISA-2015

76. Під час тестування PISA-2015 оцінювали ставлення учнів/студентів до науки в трьох напрямках: *зацікавлення наукою й технологіями, екологічна свідомість і цінування наукових підходів до дослідження* (див. схему 17, стор. 61), які вважають ключовими для природничо-наукової грамотності. Вимірювання саме цих трьох напрямів було обрано тому, що позитивне ставлення до науки, турбота про навколишнє середовище та екологічно свідомий спосіб життя, а також уміння оцінити науковий підхід до дослідження – це характерні риси науково грамотної особи. Таким чином, ступінь того, як кожний учень/студент цікавиться або не цікавиться наукою й визнає її значення й способи застосування, вважають важливим для вимірювання результатів обов'язкової освіти. Крім того, у 2006 році в 52 країнах, що брали участь в оцінюванні (зокрема в країнах ОЕСР), учні/студенти з більш високою загальною цікавістю до науки показали вищі результати в природничо-науковому тестуванні<sup>28</sup>.

77. *Зацікавлення наукою й технологіями* було включено через його сталий взаємозв'язок із досягненнями особи, її вибором курсу навчання та кар'єри, навчанням упродовж всього подальшого життя. У дослідницькій літературі є багато прикладів, які вказують на те, що цікавість до науки в більшості учнів/

студентів виникає ближче до 14-річного віку<sup>29</sup>. До того ж такі учні/студенти частіше прагнуть побудувати наукову кар'єру. Стратегічна увага багатьох країн ОЕСР до кількості учнів/студентів, особливо серед дівчат, які бажають вивчати природничо-наукові дисципліни, робить вимірювання ставлення важливим аспектом, що оцінюється дослідженням PISA, і його результати можуть надати інформацію про зниження цікавості до вивчення науки у середовищі підлітків<sup>30</sup>. Коли ці результати корелюють з іншими, зібраними в межах PISA за допомогою анкет учнів/студентів, учителів і навчальних закладів, тоді стає можливим сформулювати уявлення про причини зниження такого зацікавлення.

78. *Цінування наукових підходів до дослідження* було обране для тестування, тому що наукові підходи до дослідження були дуже успішними для утворення нових знань – не лише в межах природничо-наукових дисциплін, а й у межах соціальних наук і навіть галузей фінансів і спорту. Крім того, ключовою цінністю наукового дослідження й просвітництва є раціональна віра в емпіричні докази. Отже, визнання цінності наукового підходу до дослідження загалом розглядають як основну мету природничо-наукової освіти, і її досягнення потребує оцінювання. Цінування та підтримка наукових досліджень передбачає,

<sup>29</sup> Ormerod & Duckworth, 1975; Tai, Qi Liu, Maltese, & Fan, 2006.

<sup>30</sup> Bøe et al, 2011.

<sup>28</sup> OECD, 2007, p. 143.

що учні/студенти можуть визначати й оцінювати наукові шляхи збирання доказів, творчо мислити, раціонально міркувати, роботи критичні умовиводи й репрезентувати висновки, оскільки всі ці вміння потрібні в життєвих ситуаціях, пов'язаних із наукою й технологіями. Учні/студенти мають розуміти, як втілюються наукові підходи до дослідження на практиці, а також чому саме ці підходи є більш результативними, ніж інші методи. Проте цінування наукових підходів до дослідження не означає, що особа має бути позитивно налаштована щодо всіх аспектів науки або користуватися цими методами. Отже, цей елемент є мірилом ставлення учнів/студентів до використання наукового методу для дослідження матеріальних і суспільних явищ та висновків, отриманих за допомогою цих методів.

79. Екологічна свідомість має як міжнародне, так і економічне значення. Становлення цього напрямку були предметом ґрунтовних досліджень із 1970-х р.<sup>31</sup> У грудні 2002 р. ООН було підписано резолюцію 57/254, яка проголосила десятиріччя освіти для

31 Bogner and Wiseman, 1999; Eagles & Demare, 1999; Rickinson, 2001; Weaver, 2002.

сталого розвитку<sup>32</sup>, яке починалося з 1 січня 2005 року. У Міжнародному плані реалізації<sup>33</sup> навколишнє середовище було визначено як одну з галузей сталого розвитку (іншими були суспільство, зокрема культура, та економіка), інформація про які мала бути включена до всіх освітніх програм для сталого розвитку.

80. З огляду на важливість розв'язання екологічних проблем для продовження життя на Землі та виживання людства сучасна молодь має розуміти основні принципи екології та необхідність узгодження свого життя з ними. Це означає, що розвиток екологічної свідомості та відповідального ставлення до навколишнього середовища є важливим елементом сучасної природничо-наукової освіти.

81. У PISA-2015 ці конкретні форми ставлення до науки оцінювалися за допомогою анкети учнів/студентів. У таблиці 21 наведено детальний опис елементів кожної з цих форм ставлення, що підлягали вимірюванню у 2015 році.

82. Більш детальну інформацію про ці складники можна знайти в рамковому документі з опитування.

32 UNESCO, 2003.

33 UNESCO, September 2005.

Таблиця 21

### Напрями оцінювання ставлення в рамках PISA-2015

Зацікавлення наукою
Елементи, що вказують на цю форму ставлення:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• зацікавлення наукою й науковими питаннями й прагненнями;</li> <li>• бажання оволодіти додатковим науковим знанням і вміннями з використанням різних ресурсів і методів;</li> <li>• стійкий інтерес до науки, зокрема можливе бажання побудувати наукову кар'єру.</li> </ul>
Аспекти зацікавлення наукою та відповідні елементи, що їх вимірюють:
<b>Інтерес до вивчення науки:</b> ступінь того, як учні/студенти цікавляться вивченням інформації про фізику, біологію людини, геологію та процеси й результати наукових досліджень.
<b>Задоволення від науки:</b> ступінь того, як учні/студенти люблять дізнаватися про науку і в школі, і поза нею.
<b>Спрямованість на наукову діяльність у майбутньому:</b> рівень зацікавленості учнів/студентів у майбутній науковій кар'єрі або подальшому вивченні науки після закінчення навчального закладу.
<b>Інструментальна мотивація до навчання:</b> ступінь мотивації учнів/студентів до вивчення науки через можливість працевлаштування, які пропонує наукова галузь.
<b>Загальне цінування науки:</b> ступінь престижності, якого надають учні/студенти різним професіям, зокрема науковим.
<b>Самооцінка в науці:</b> те, наскільки учні/студенти усвідомлюють своє місце в науці.
<b>Престижність конкретних професій:</b> ступінь цінності, яку учні/студенти вбачають для себе в науці.
<b>Використання технологій:</b> шкала вимірювання підходів і використання нових технологій підлітками.
<b>Позашкільний науковий досвід:</b> вимірювання діапазону позакласних і позашкільних наукових заходів, у яких беруть участь учні/студенти.
<b>Кар'єрні прагнення:</b> глибоке вимірювання схильності учнів/студентів до наукової кар'єри.
<b>Підготовка в навчальному закладі до наукової кар'єри:</b> вимірювання забезпечення учнів/студентів (на їхню думку) з боку їхнього офіційного навчального закладу знаннями й уміннями, необхідними для наукової кар'єри.
<b>Поінформованість учнів/студентів про можливості наукової кар'єри:</b> ступінь поінформованості учнів/студентів (на їхню думку) про можливі напрями наукової кар'єри для них.

<b>Цінування наукових підходів до дослідження</b>
Елементи, що вказують на цю форму ставлення:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• прихильність до доказів як до основи впевненості в поясненнях, що стосуються матеріального світу;</li> <li>• прихильність до наукового підходу до дослідження, коли воно є доречним;</li> <li>• цінування критики як засобу встановлення валідності будь-якої думки.</li> </ul>
<b>Екологічна свідомість</b>
Елементи, що вказують на цю форму ставлення:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• стурбованість проблемами навколишнього середовища й сталістю життя;</li> <li>• схильність до поведінки, що підтримує сталість навколишнього середовища.</li> </ul>
Складники екологічної свідомості та відповідні елементи, що їх вимірюють:
<p><b>Обізнаність щодо проблем навколишнього середовища:</b> ступінь того, як учні/студенти поінформовані про актуальні проблеми навколишнього середовища.</p> <p><b>Сприйняття екологічних питань:</b> ступінь того, як учні/студенти стурбовані проблемами навколишнього середовища.</p> <p><b>Екологічний оптимізм:</b> ступінь упевненості учнів/студентів у тому, що людські дії можуть зробити певний внесок у підтримку та поліпшення навколишнього середовища.</p>

# ОЦІНЮВАННЯ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ ГРАМОТНОСТІ

## Когнітивна вимога

83. Новою ключовою характеристикою рамкового документа PISA з природничо-наукових дисциплін 2015 року стало визначення рівнів когнітивної вимоги в межах усіх трьох компетентностей, що оцінюються. У рамкових документах з оцінювання складність завдань, яку визначають емпірично, часто плутають із когнітивною вимогою. Емпіричну складність завдань обчислюють за допомогою пропорції, що показує частку учасників тестування, які правильно розв'язали завдання, а отже, вона оцінює обсяг знань, що має популяція учасників тестування, тоді як когнітивна вимога показує тип ментальної обробки, яку необхідно задіяти для виконання певного завдання<sup>34</sup>. Необхідно приділяти особливу увагу тому, щоб розробники тестових завдань і користувачі рамкового документа PISA з природничо-наукових дисциплін чітко розуміли глибину потрібних для виконання певного завдання знань, тобто когнітивної вимоги запропонованого учням/студентам тестового завдання. Наприклад, завдання може бути високої складності через те, що знання, які воно перевіряє, не дуже відомі, але когнітивна вимога цього завдання – просте пригадування. І навпаки, завдання може бути когнітивно вимогливим через те, що воно передбачає, щоб особа пов'язала й оцінила різні елементи знання, кожний із яких потрібно лише пригадати. Отже, тестовий інструмент PISA не тільки має розрізняти простіші й більш складні тестові завдання, але й забезпечувати інформацією про діапазон здатності учнів/студентів виконувати завдання різних рівнів когнітивної вимоги<sup>35</sup>.
84. Назви компетентностей формулюються за допомогою низки термінів, що визначають когнітивну вимогу з використанням таких дієслів, як «упізнавати», «інтерпретувати», «аналізувати» й «оцінювати». Однак самі по собі ці дієслова не обов'язково вказують на ієрархічний порядок складності, який залежить від рівня знань, необхідних для відповіді на будь-які завдання. З часів першої публікації таксономії Блума<sup>36</sup> було розроблено й перевірено різні класифікації когнітивної вимоги. Переважно вони базуються на категоризації типів знань і пов'язаних із ними пізнавальних процесів, які використовують для опису навчальних цілей або завдань оцінювання.
85. Переглянута класифікація Блума<sup>37</sup> визначає чотири категорії знань – фактичні, поняттєві, процедурні й метакогнітивні. Така класифікація визначає ієрархічність цих форм знань і відрізняється від попередньої класифікації результатів навчання з шести категорій, використаних Блумом – запам'ятовувати, розуміти, застосовувати, аналізувати, оцінювати й створювати. У роботі Андерсона й Кратволя два виміри тепер розглянуті як незалежні один від іншого, що дає змогу знанням нижчого рівня перетинатися з уміннями вищого порядку й навпаки.
86. Аналогічну двовимірну структуру було запропоновано науковцями Марцано й Кенделем<sup>38</sup>. Вона також базувалася на зв'язках між упорядкованістю пізнавальних процесів і типами необхідних для виконання завдання знань. Використання когнітивних процесів розглянуто як наслідок необхідності виконувати завдання за допомогою метакогнітивних стратегій, які визначають потенційні підходи до виконання завдань. Потім когнітивна система використовує відшукування, осмислювання, аналізування або використання знань. Марцано й Кендел розділили галузь знань на три типи: інформація, розумові процедури й психомоторика, на відміну від чотирьох категорій удосконаленої таксономії Блума. Марцано й Кендел стверджують, що їхня класифікація – це вдосконалення таксономії Блума, оскільки пропонує модель того, як люди насправді думають, а не тільки організаційну структуру.
87. Інший підхід було розроблено вченими Фордом і Варго<sup>39</sup>, які пропонують структуру підтримувального діалогу («scaffolding dialogue») як способу врахування когнітивної вимоги. Їхня структура складається з чотирьох рівнів: згадування, пояснення, зіставлення й оцінювання. Хоча цю структуру не було спеціально розроблено для оцінювання, у ній є багато спільного з визначенням природничо-наукової грамотності для PISA-2015 й необхідністю встановлення більш чітких зв'язків для знань і компетентностей із такими вимогами.
88. Ще одну структуру було розроблено Веббом у його роботі «Глибина знань»<sup>40</sup>, у якій він розглядає невідповідність між тестуванням

34 Davis & Buckendahl, 2011.

35 Brookhart & Nitko, 2011.

36 Bloom, 1956.

37 Anderson & Krathwohl, 2001.

38 Marzano and Kendall's Taxonomy, 2007.

39 Ford and Wargo, (2012).

40 «Depth of Knowledge», Webb, (1997).

й очікуванням від навчання учнів/студентів. На думку Вебба, рівень глибини знань може бути визначений, якщо врахувати складність і змісту, і завдання, що надається. Запропонована Веббом структура складається з чотирьох основних категорій: рівень 1 (згадування), рівень 2 (використання вмінь і/або поняттєвих знань), рівень 3 (стратегічне мислення) і рівень 4 (розширене мислення). До кожної категорії входять багато дієслів, які можуть використовуватися для опису когнітивних процесів. Деякі з них трапляються на кількох рівнях. Ця структура пропонує більш холистичний погляд на цілі навчання й оцінювання й потребує аналізу і змісту, і когнітивних процесів, необхідних для виконання кожного завдання. Підхід Вебба, що назвали «глибина знань» (DOK), – це простіша, але більш операційна версія СОЛО-таксономії<sup>41</sup> Бігса й Колліса, у якій описано безперервну послідовність п'яти окремих етапів розуміння учнів/студентів: докомпонентне, однокомпонентне, багатокомпонентне, реляційне й розширене абстрактне розуміння.

89. Усі схарактеризовані класифікації допомогли розробити структуру знань і компетентностей у рамковому документі з природничо-наукових дисциплін для PISA-2015. Під час створення цієї структури було визнано, що під час створення тестових завдань є труднощі, пов'язані з когнітивною ієрархією, головні з яких такі:

а) забагато зусиль приділено відповідності тестових завдань певній когнітивній структурі, що в результаті призводить до появи неякісно розроблених тестових завдань;

б) неправильно класифіковано очікувані й

41 SOLO Taxonomy, Biggs & Collis, (1982).

актуальні вимоги в структурах, що визначають точні, когнітивно вимогливі цілі, та завдання, які можуть використовувати стандарти в значно менш пізнавально вимогливий спосіб;

с) без чітко визначеної та зрозумілої когнітивної структури розроблення й написання завдань часто зосереджено на складності завдань і використанні обмеженого діапазону когнітивних процесів і типів знань, які тільки потім описують та інтерпретують, замість того, щоб вибудовувати їх із погляду теорії підвищення компетентності.

90. Підхід, використаний у рамковому документі з природничо-наукових дисциплін для дослідження PISA у 2015 році, передбачає використання адаптованої версії схеми «глибини знань» Вебба разом з очікуваними знаннями й компетентностями. Оскільки компетентності є центральною характеристикою цього рамкового документа, когнітивна структура має оцінювати їх і звітувати про них відповідно до діапазону вмінь учнів/студентів. Рівні глибини знань (DOK) Вебба пропонують таксономію для когнітивної вимоги, яка передбачає, що для завдання визначено як когнітивну вимогу шляхом використання дієслів, *наприклад*, аналізувати, упорядкувати, порівняти, так і очікувану глибину знань, необхідну для виконання завдання.

91. На схемі 17 зображено структуру розташування завдань у двох вимірах: за знаннями й компетентностями, які цими завданнями перевіряють. Крім того, кожне завдання також може бути розглянуте в третьому вимірі – залежно від глибини знань. Таким чином забезпечується функціонування когнітивної вимоги, оскільки кожне завдання можна віднести до категорії, вимога якої є:

		Компетентності			DOK		
		Пояснювати явища науково	Оцінювати й розробляти наукове дослідження	Інтерпретувати дані й докази науково	Низька	Середня	Висока
Знання	Знання змісту						
	Процедурне знання						
	Епістемне знання						

Схема 17. Когнітивна вимога в PISA-2015

• **низькою (L)**

Виконання одноетапної процедури, наприклад, згадування факту, терміна, принципу або поняття чи пошук одиниці інформації в графіку або таблиці.

• **середньою (M)**

Використання поняттєвого знання для опису або пояснення явища, вибору відповідних процедур, що складаються з двох або більше етапів, упорядкування/зображення даних, інтерпретування або використання простих наборів даних або графіків.

• **високою (H)**

Аналіз комплексної інформації або даних, узагальнення або оцінювання доказів, обґрунтувань, причин за допомогою різних джерел, розроблення плану або послідовності кроків для визначення підходу до виконання завдання.

92. Отже, завдання, які просто передбачають згадування одиниці інформації, містять когнітивну вимогу низького рівня, навіть якщо знання, яких воно потребує, є досить складними. І навпаки, завдання, які потребують згадування декількох одиниць інформації, а також порівняння й оцінювання декількох відповідних, але неоднакових рис, репрезентують вимогу високого рівня. Отже, складність кожного завдання репрезентує комбінацію ступеня складності й діапазону знань, яких завдання потребує, а також когнітивних операцій, необхідних для оброблення цього завдання.

93. Чинниками, що визначають когнітивну вимогу завдань, призначених для оцінювання досягнень у природничо-наукових дисциплінах, є:

• кількість елементів знань, яких потребує завдання, і ступінь їхньої складності;

• рівень ознайомленості зі знаннями змісту, процедурним та епістемним знанням, які учні/студенти можуть мати та яких потребує завдання;

• когнітивна операція, якої потребує завдання, *наприклад*, згадування, аналіз, оцінювання;

• ступінь того, наскільки формулювання відповіді залежить від моделей або абстрактних наукових ідей.

94. Такий чотирифакторний підхід дає змогу глибоко вимірювати науково-природничу грамотність у межах широкого діапазону вмінь учнів/студентів. Розподілення за категоріями когнітивних процесів, потрібних для компетентностей, що утворюють основу наукової грамотності, а також урахування глибини необхідних для виконання знань пропонують модель оцінювання рівня вимоги кожного окремого завдання. Окрім того, такий відносно простий підхід до структури, що лежить в основі рамкового документа, допомагає мінімізувати проблеми з його застосуванням. Використання такої когнітивної структури також допомагає апріорно визначити описові параметри шкалювання для звітування про результати оцінювання (див. схему 18).

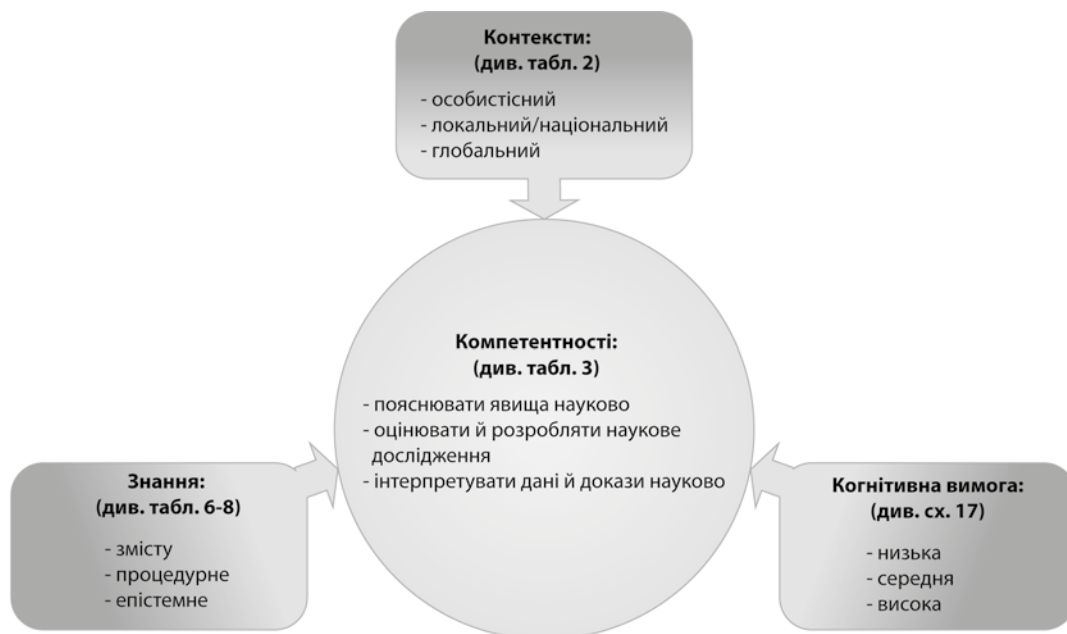


Схема 18. Інструмент створення й аналізу тестових завдань і груп завдань



## Характеристики тестових завдань

95. Відповідно до визначення природничо-наукової грамотності в межах дослідження PISA, тестові завдання потребують використання природничо-наукових компетентностей і знань у межах певного контексту.
96. Схема 18 – це інша версія схеми 1. У ній основні компоненти рамкового документа PISA для оцінювання природничо-наукової грамотності у 2015 році представлено так, щоб їх можна було пов'язати зі структурою та змістом груп тестових завдань. Її можна використовувати і синтетично як інструмент для планування завдань для оцінювання, й аналітично як інструмент для дослідження результатів стандартних тестових завдань. На етапі початку створення тестових завдань ця схема показує необхідність урахувати контексти, які слугуватимуть стимулом для завдань, компетентності, необхідні для відповіді на завдання або запитання, знання, що знаходяться в центрі завдання, а також його когнітивну вимогу.
97. Група тестових завдань починається з матеріалу-стимулу, який може бути коротким письмовим текстом або текстом із таблицею, діаграмою або графіком. У групах завдань, створених для PISA-2015, стимули також можуть включати нестатичний матеріал, наприклад, анімації або інтерактивні симуляції. Завдання складаються в групи незалежно оцінюваних завдань різного типу, що було проілюстровано наведеними вище прикладами.
98. Причиною застосування такої структури для групування завдань у дослідженні PISA є необхідність сприяти застосуванню контекстів, що є найбільш реалістичними й відображають складність реальних ситуацій, й одночасно надавати можливості ефективно
- використовувати призначений для тестування час. Завдяки застосуванню ситуацій, до яких можна використати декілька завдань замість використання багатьох окремих завдань до більшої кількості різних ситуацій, зменшується загальний час, потрібний учням/студентам для ознайомлення з матеріалом до кожного завдання. Проте необхідно враховувати важливість обчислення балів за кожне окреме завдання в межах однієї групи. Також необхідно визнати, що через використання цього підходу зменшується кількість різних контекстів для оцінювання, тому важливо забезпечити відповідний діапазон контекстів і мінімізувати упередженість щодо вибору контекстів для завдань.
99. Тестові завдання для PISA-2015 потребують використання всіх трьох природничо-наукових компетентностей і спираються на всі три форми наукового знання. Переважно кожна група тестових завдань оцінює декілька компетентностей і категорій знань. Проте деякі завдання оцінюють лише одну форму знань і одну компетентність.
100. Щоб учні/студенти зрозуміли завдання з природничо-наукової грамотності та змогли надати на них письмову відповідь, вони мають прочитати тексти, у зв'язку з чим постає питання про достатній рівень читацької грамотності учасників тестування. У матеріалах-стимулах і завданнях використовують чітку й просту мову, максимально спрощену синтаксично, але зі збереженням необхідного змісту. Кількість понять, що вводиться в кожному тексті, обмежена, а завдання, які б оцінювали читацьку або математичну грамотність у межах природничо-наукової галузі, не використовують.

## Формати відповідей на тестові завдання

101. Для оцінювання компетентностей і наукового знання, визначених у рамковому документі дослідження PISA, використовують три класи завдань. До кожного класу належить близько третини від усіх завдань природничо-наукової галузі:

**1) завдання з простим вибором відповіді** – це завдання, які потребують:

- вибору однієї відповіді з чотирьох запропонованих варіантів;
- вибору «гарячої точки» – відповіді, що є елементом, який можна вибрати на малюнку або в тексті в електронному форматі.

**2) завдання зі складним вибором відповіді** – це завдання, які потребують:

- відповіді «так» або «ні» на серію взаємопов'язаних запитань, які оцінюються як одне завдання (типовий формат для тестування 2006 року);
- вибору більш, ніж однієї відповіді зі списку наданих варіантів;
- завершення речення шляхом заповнення пропусків вибраними з випадного списку варіантами відповідей в електронному форматі;
- відповіді на запитання в електронному форматі за допомогою інструмента перетягування,

який дає можливість учням/студентам користуватися рухомими елементами на екрані для виконання завдань на встановлення відповідності, упорядкування або розподілу за категоріями.

**3) відкриті завдання** – це завдання, які потребують письмової або графічної відповіді:

- завдання з природничо-наукових дисциплін з відкритою формою відповіді, які зазвичай потребують письмової відповіді розміром від однієї фрази до короткого тексту (наприклад, 2–4 речення для надання пояснення);
- невелика кількість відкритих завдань потребує графічної відповіді (наприклад, у

вигляді графіка або діаграми). Для надання відповідей на такі завдання в електронному вигляді надають спеціальні нескладні інструменти редагування.

102. Також у 2015 році деякі відповіді були отримані за допомогою інтерактивних завдань, наприклад, вибір відповіді учнів/студентів на завдання з маніпулюванням змінними в симуляції наукового дослідження. Відповіді на такі інтерактивні завдання враховують як відповіді на завдання зі складним множинним вибором. Деякі типи відповідей на інтерактивні завдання також можуть бути розглянуті як відкриті.

## Структура тестування

103. Основною формою проведення оцінювання з усіх галузей навчання, зокрема з природничо-наукових дисциплін, для циклу PISA-2015 було комп'ютерне тестування. Усі нові тестові завдання для ключової галузі оцінювання в цьому циклі були доступні лише в комп'ютерному вигляді. Проте інструмент для паперового тестування був доступним для тих країн-учасниць, що надали перевагу проведенню паперового тестування, яке складалося тільки з трендових завдань.
104. Завдання з природничо-наукових дисциплін організовані в 30-хвилинні секції під назвою «кластери». До кожного кластера входять або лише нові групи завдань, або лише трендові. Загальна кількість кластерів, яку було вибрано для тестування на основному етапі дослідження 2015 року, становила:

Цільова кількість кластерів	6	Кластери трендових завдань на основному етапі дослідження в 2015 році	9	Кластери нових завдань на основному етапі дослідження в 2015 році
-----------------------------	---	---	---	---

105. Кожному учневі/студентові надають по одному двогодинному тестовому зошиті. У тестовому зошиті вміщено по чотири кластери, на виконання кожного із яких відведено по 30 хвилин із загального часу тестування. Розподіл кластерів по зошитах відбувається за змінним принципом.
106. Кожен учень витрачає одну годину на виконання завдань із природничо-наукових дисциплін, а час, що залишився, на виконання завдань з однієї або двох інших галузей (читання, математики) або на спільне виконання завдань. Для всіх країн, які надали перевагу паперовому

тестуванню, тестові зошити складено з незмінних кластерів із групами завдань 2006 року. Варто зауважити, що паперове тестування обмежено трендовими завданнями й не містить жодного нового розробленого матеріалу. Але комп'ютерний інструмент тестування включає як нові розроблені завдання, так і завдання тренду. Особливу увагу приділено перенесенню тестових завдань із паперової форми в електронну з метою збереження порівнюваності форми подання, форматів відповідей і когнітивної вимоги запропонованих завдань.

107. Бажану рівновагу між трьома складниками знань – змісту, процедурним й епістемним, а також між різними категоріями знань відображено в таблиці 22 у вигляді частки від загальних 100 % балів. Ці вагові коефіцієнти є узгодженими з попередніми рамковими документами й відображають досягнутий консенсус в середовищі експертів, із якими проводили консультації під час створення цього документа.
108. Цільову рівновагу між природничо-науковими компетентностями показано в таблиці 23. Ці вагові коефіцієнти були визначені так, щоб оцінювання було рівномірно розподілене між тестовими завданнями, які насамперед перевіряють знання змісту, і завданнями, які передовсім перевіряють процедурне та/або епістемне знання.
109. Контексти тестових завдань – особистісний, локальний/національний і глобальний – розподілено приблизно в пропорції 1 : 2 : 1, як й у 2006 році. Для груп завдань використовують широкий діапазон галузей застосування, які максимально відповідають розподілу балів, показаному в таблицях 22 і 23.

## Цільовий розподіл балів в оцінюванні знань

Типи знань	Системи			
	Фізичні	Живі	Земля й космос	Усього за системами
Змісту	20–24 %	20–24 %	14–18 %	54–66 %
Процедурне	7–11 %	7–11 %	5–9 %	19–31 %
Епістемне	4–8 %	4–8 %	2–6 %	10–22 %
<b>Усього за типами знань</b>	<b>36 %</b>	<b>36 %</b>	<b>28 %</b>	<b>100 %</b>

Таблиця 23

## Цільовий розподіл балів в оцінюванні наукових компетентностей

Наукові компетентності	% від кількості загальних балів
Пояснення явищ науково	40–50 %
Оцінювання й розробка наукового дослідження	20–30 %
Інтерпретація даних і доказів науково	30–40 %
<b>УСЬОГО</b>	<b>100 %</b>

## Шкалювання й повідомлення результатів

110. Для досягнення мети, установлені для програми PISA, велике значення має розроблення шкалювання, яке б показувало оволодіння учнями/студентами відповідними дисциплінами. Описова шкала рівнів компетентності має ґрунтуватися на теорії розвитку компетентності, а не лише на ситуативному інтерпретуванні того, що здається вимірюваним за допомогою завдань зі збільшеною складністю. У зв'язку з цим у проекті рамкового документа для PISA-2015 було чітко визначено параметри зростання компетентності й просування, завдяки чому розробники тестових завдань змогли підготувати такі завдання, у яких було представлено відповідне зростання вмінь<sup>42</sup>. Нижче наведено початкову версію шкалювання рівневих описів для природничо-наукових умінь, хоча визнано, що його, можливо, доведеться дещо змінити відповідно до отриманих на пілотному етапі даних. Незважаючи на те, що порівнюваність із дескрипторами шкали 2006 року<sup>43</sup> було максимально встановлено з метою аналізу трендів, нові елементи рамкового документа 2015 року, наприклад, глибина знань, також були включені до шкалювання. Описи рівнів також було розширено рівнем «1b» спеціально для визначення й описування вмінь найнижчого рівня в учнів/студентів, які

демонструють найменші докази природничо-наукової грамотності. Раніше цей рівень не використовували в шкалі для звітування про результати оцінювання. Тож проект шкали для рамкового документа 2015 року пропонує більш детальні й точні дескриптори рівнів природничо-наукової грамотності, але він не є абсолютно іншою моделлю попередньої шкали.

111. В основі запропонованого шкалювання лежить рамковий документ 2015 року із природничо-наукових дисциплін, у якому запропоновано якісний опис різниці між рівнями показників. Для встановлення вимоги тестових завдань, що оцінюють результати досягнень в оволодінні природничо-науковою грамотністю, використано такі чинники, що були включені до наведеної вище шкали:

- кількість і ступінь складності елементів знань, які потрібні для виконання завдання;
- рівень ознайомленості й попередніх знань, які можуть мати учні/студенти про залучені знання змісту, процедурного й епістемного знання;
- когнітивна операція, якої потребує завдання, наприклад, згадати, проаналізувати, оцінити;
- ступінь того, як формування відповіді залежить від моделей або абстрактних наукових ідей.

42 Kane, 2006; Mislevy and Haertel, 2006.

43 OECD, 2007.

**Початкова версія запропонованої шкали  
для звітування в рамках PISA-2015**

[Заувага: наведені нижче дескриптори доцільно вважати лише гіпотетичними. Після проведення пілотного етапу дослідження, можливо, їх буде уточнено за допомогою отриманих даних.]

<b>Рівень</b>	<b>Уміння учня/студента</b>
6	На рівні 6 учні/студенти здатні використовувати знання змісту, процедурне й епістемне знання для систематичного надання належних пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретування даних у різноманітних життєвих ситуаціях комплексного характеру, які потребують високого рівня когнітивної вимоги. Вони можуть робити відповідні умовиводи з різних джерел комплексних даних і в різних контекстах, а також надавати пояснення багатоступеневим причинним зв'язкам. Вони систематично можуть розрізняти наукові й ненаукові питання, пояснювати мету дослідження та контролювати відповідні дані в наведеному науковому дослідженні або в будь-якому самостійно розробленому експерименті. Вони можуть перетворювати представлення даних, інтерпретувати комплексні дані та виявляють здатність робити належні висновки стосовно надійності й точності будь-яких наукових тверджень. Учні/студенти цього рівня систематично виявляють просунуте наукове мислення й здатність до обґрунтування, що потребує використання моделей та абстрактних понять, зокрема й у нових і складних ситуаціях. Вони можуть розробляти аргументи для критики й оцінювання пояснень, моделей, інтерпретування даних і запропонованих схем проведення експериментів у різних контекстах особистісного, локального/національного й глобального характеру
5	На рівні 5 учні/студенти здатні використовувати знання змісту, процедурне й епістемне знання для надання пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретації даних у різноманітних життєвих ситуаціях у деяких, але не в усіх випадках, які потребують високого рівня когнітивної вимоги. Вони можуть робити умовиводи з джерел комплексних даних і в різних контекстах, а також надавати пояснення деяким багатоступеневим причинним зв'язкам. Загалом вони можуть розрізняти наукові й ненаукові питання, пояснювати мету дослідження та контролювати відповідні дані в наведеному науковому дослідженні або в будь-якому самостійно розробленому експерименті. Вони можуть перетворювати деякі представлення даних, інтерпретувати комплексні дані та виявляють здатність робити належні висновки стосовно надійності й точності будь-яких наукових тверджень. Учні/студенти рівня 5 надають докази просунутого наукового мислення й сформованої здатності до обґрунтування, що потребує використання моделей та абстрактних понять, і використовують таке обґрунтування в нових і складних ситуаціях. Вони можуть розробляти аргументи для критики й оцінювання пояснень, моделей, інтерпретування даних і запропонованих схем проведення експериментів у деяких, але не в усіх контекстах особистісного, локального/національного й глобального характеру
4	На рівні 4 учні/студенти здатні використовувати знання змісту, процедурне й епістемне знання для надання пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретування даних у різноманітних наданих життєвих ситуаціях, які переважно потребують середнього рівня когнітивної вимоги. Вони можуть робити умовиводи з різних джерел даних і в різних контекстах, а також пояснювати причинні зв'язки. Вони можуть розрізняти наукові й ненаукові питання та контролювати дані в деяких, але не в усіх наукових дослідженнях або в самостійно розробленому експерименті. Вони можуть перетворювати й інтерпретувати дані та виявляють певне розуміння щодо безсумнівності будь-яких наукових тверджень. Учні/студенти рівня 4 надають докази зв'язного наукового мислення й обґрунтування та можуть застосовувати їх у нових ситуаціях. Учні/студенти також можуть знаходити прості аргументи для того, щоб ставити запитання та критично аналізувати пояснення, моделі, інтерпретації даних і запропоновані схеми проведення експериментів у деяких контекстах особистісного, локального/національного й глобального характеру
3	На рівні 3 учні/студенти здатні використовувати знання змісту, процедурне й епістемне знання для надання пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретування даних у деяких наданих життєвих ситуаціях, які переважно потребують середнього рівня когнітивної вимоги. Вони можуть робити невелику кількість умовиводів із різних джерел даних і в різних контекстах, а також описувати й частково пояснювати прості причинні зв'язки. Вони можуть розрізняти деякі наукові й ненаукові питання та контролювати деякі дані в наукових дослідженнях або в самостійно розробленому експерименті. Вони можуть перетворювати й інтерпретувати прості дані та здатні надавати коментарі стосовно безсумнівності будь-яких наукових тверджень. Учні/студенти рівня 3 надають деякі докази зв'язного наукового мислення й обґрунтування, які зазвичай застосовують у знайомих ситуаціях. Учні/студенти можуть розробляти часткові аргументи для того, щоб ставити запитання та критично аналізувати пояснення, моделі, інтерпретації даних і запропоновані схеми проведення експериментів у деяких контекстах особистісного, локального/національного й глобального характеру

2	<p>На рівні 2 учні/студенти здатні використовувати знання змісту, процедурне й епістемне знання для надання пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретування даних у деяких наданих життєвих ситуаціях, відомих їм, які переважно потребують низького рівня когнітивної вимоги. Вони можуть робити деяку кількість умовиводів із різних джерел даних і в невеликій кількості контекстів, а також описувати й частково пояснювати прості причинові зв'язки. Вони можуть розрізняти деякі прості наукові й ненаукові питання та відрізняти залежні дані від незалежних у наданих наукових дослідженнях або в самостійно розробленому експерименті. Вони можуть перетворювати й описувати прості дані, виявляти прості помилки та надавати деякі вагомі коментарі стосовно надійності наукових тверджень. Учні/студенти можуть знаходити часткові аргументи для того, щоб ставити запитання та коментувати суть конкурентних пояснень, інтерпретацій даних і запропонованих схем проведення експериментів у деяких контекстах особистісного, локального/національного й глобального характеру</p>
1a	<p>На рівні 1a учні/студенти здатні використовувати малу кількість знання змісту, процедурного й епістемного знання для надання пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретування даних у невеликій кількості відомих життєвих ситуацій, які потребують низького рівня когнітивної вимоги. Вони можуть використовувати невелику кількість простих джерел даних у невеликій кількості контекстів, а також описувати деякі дуже прості причинові зв'язки. Вони можуть розрізняти деякі прості наукові й ненаукові питання та виявляти обмежену кількість незалежних даних у запропонованих наукових дослідженнях або в простому самостійно розробленому експерименті. Вони можуть частково перетворювати й описувати прості дані та безпосередньо застосовувати їх у невеликій кількості відомих ситуацій. Учні/студенти можуть коментувати суть конкурентних пояснень, інтерпретацій даних і запропонованих схем проведення експериментів у деяких дуже знайомих контекстах особистісного, локального/національного й глобального характеру</p>
1b	<p>На рівні 1b учні/студенти демонструють невеликі докази використання знань змісту, процедурного й епістемного знання для надання пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретування даних у невеликій кількості відомих життєвих ситуацій, які потребують низького рівня когнітивної вимоги. Вони можуть виявляти прості закономірності в простих джерелах даних у невеликій кількості контекстів, а також здатні робити спроби описувати прості причинові зв'язки. Вони можуть виявляти обмежену кількість незалежних даних у наданих наукових дослідженнях або в простих самостійно розроблених схемах. Вони роблять спроби перетворювати й описувати прості дані та безпосередньо застосовувати їх у невеликій кількості відомих ситуацій</p>

## ВИСНОВКИ

112. Природничо-наукова грамотність була основною галуззю оцінювання PISA-2015. Визначення природничо-наукової грамотності для 2015 року було здійснене на основі визначення 2006 року. Зокрема компетентності, необхідні для природничо-наукової грамотності, було детально визначено, а поняття «знання про науку» було окреслено як дві форми знань – процедурне й епістемне. Окрім того, у рамковому документі 2015 року було сформульовано концепцію діапазону когнітивної вимоги, якої потребує завдання для свого виконання. Отже, рамковий документ 2015 року надає більш детальну специфікацію окремих аспектів природничо-наукової грамотності, розкритих або передбачених у попередніх визначеннях.
113. Визначення природничо-наукової грамотності для PISA-2006 впливає з розуміння того, що мають знати, цінувати й уміти робити 15-річні особи в межах «підготовки до життя» в сучасному суспільстві. У центрі визначення й оцінювання природничо-наукової грамотності лежать компетентності, характерні для науки й наукового дослідження. Уміння учнів/студентів використовувати такі компетентності залежить від їхніх наукових знань, а саме від знань змісту про природний світ і від їхніх процедурних та епістемних знань. Більше того, воно залежить від їхнього бажання брати участь у діяльності, пов'язаній із питаннями, дотичними до науки. Їхнє ставлення до наукових питань вимірюють окремо за допомогою анкетування.
114. Цей рамковий документ описує й ілюструє природничо-наукові компетентності, які оцінювали під час циклу PISA-2015 (див. таблицю 15), а також контексти тестових завдань. Тестові завдання складено в групи завдань; кожна група завдань починається з матеріалу-стимулу, який устанавлює контекст для завдань. Для тесту використовують комбінацію різних типів завдань. Комп'ютерне тестування 2015 року надало можливість упровадження декількох нових форматів завдань, у тому числі анімацію й інтерактивні симуляції, що було зорієнтовано на вдосконалення валідності тесту й полегшення обчислення результатів оцінювання.

Таблиця 25

**Основні складники рамкового документа з природничо-наукової грамотності для PISA-2015**

Компетентності	Знання	Ставлення
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Пояснення явищ науково</li> <li>• Оцінювання й розроблення наукового дослідження</li> <li>• Інтерпретування даних і доказів науково</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знання змісту природничо-наукових дисциплін:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- фізичні системи</li> <li>- живі системи</li> <li>- земні й космічні системи</li> </ul> </li> <li>• Процедурне знання</li> <li>• Епістемне знання</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Зацікавлення наукою</li> <li>• Цінування наукових підходів до дослідження</li> <li>• Екологічна свідомість</li> </ul>

115. Співвідношення тестових завдань, що оцінюють знання наукового змісту, якими володіють учні/студенти, і завдань, що оцінюють наукове процедурне й наукове епістемне знання, становить приблизно 3 : 2. Близько 50 відсотків завдань перевіряють компетентність пояснювати явища науково, 30 відсотків – компетентність інтерпретувати дані й докази науково й 20 відсотків – компетентність оцінювати й розробляти наукове дослідження. Діапазон когнітивної вимоги завдань включає низьку, середню та високу складність. Комбінація цих вагових коефіцієнтів і діапазон завдань різної когнітивної вимоги надає можливість визначити кваліфікаційні рівні, які описують досягнення в трьох компетентностях, що визначають природничо-наукову грамотність особи.

# ПРИКЛАДИ ЗАВДАНЬ (РОЗДАТКОВІ МАТЕРІАЛИ)

## 1. ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ

Прочитайте тексти й надайте відповіді на наведені далі питання.

### ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ: ФАКТ ЧИ ВИГАДКА?

Усі живі істоти потребують енергії для життя. Енергія, яка підтримує життя на Землі, надходить від Сонця. Сонце дуже гаряче, тому певна кількість його енергії випромінюється в космос. Невеличка частка цієї енергії досягає Землі.

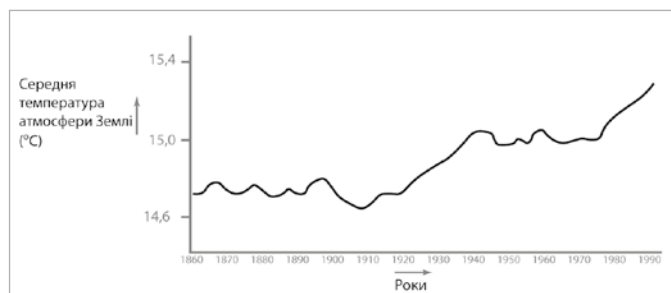
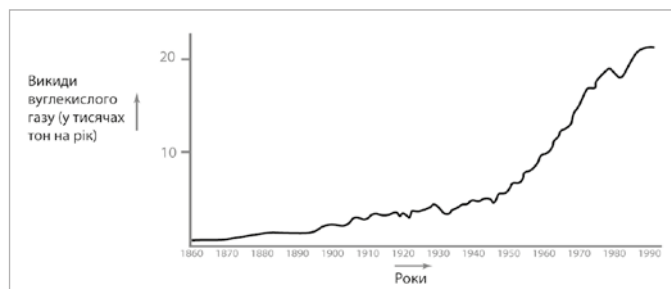
Атмосфера Землі діє як захисний шар над поверхнею нашої планети й запобігає коливанням температури, які відбуваються в безповітряному просторі. Більша частина випромінюваної Сонцем енергії проходить крізь атмосферу Землі. Земля поглинає частину цієї енергії, а ще частину відбиває назад поверхня Землі. Частину цієї відбитої енергії поглинає атмосфера.

Унаслідок цього середня температура над поверхнею Землі вища, ніж вона була б без атмосфери. Земна атмосфера зумовлює той самий ефект, що й теплиця, або парник, отже, термін «парниковий ефект» виник за аналогією.

Говорять, що впродовж ХХ століття «парниковий ефект» став більш вираженим. І справді, відомо, що останнім часом середня температура земної атмосфери підвищилася. У газетах і періодичних виданнях часто пишуть про збільшення викидів вуглекислого газу як головне джерело підвищення температури у ХХ столітті.

Учень Андрій зацікавився можливим зв'язком між середньою температурою атмосфери Землі й викидами вуглекислого газу на Землі.

У бібліотеці йому трапилися такі два графіки.



Проаналізувавши ці два графіки, Андрій зробив висновок, що, дійсно, підвищення середньої температури атмосфери Землі відбувається через зростання викидів вуглекислого газу.

---

**Завдання 1: ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ**

Що саме в графіках підтверджує висновок Андрія?

.....  
.....

---

**Завдання 2: ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ**

Учениця Жанна не погоджується з висновком Андрія. Вона порівнює два графіки й стверджує, що деякі частини графіків не відповідають його висновку.

Наведіть приклад тієї частини графіків, які не відповідають висновку Андрія. Поясніть свою відповідь.

.....  
.....  
.....

---

**Завдання 3: ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ**

Андрій продовжує наполягати на своєму висновку про те, що середнє підвищення температури атмосфери Землі зумовлене збільшенням викидів вуглекислого газу. Але Жанна вважає, що його висновок передчасний. Вона каже: «Перш ніж погодитися з цим висновком, необхідно впевнитися, що інші чинники, які можуть впливати на парниковий ефект, є незмінними».

Наведіть один із чинників, про який говорить Жанна.

.....





## 2. КУРІННЯ

### Завдання 1: КУРІННЯ



Іван і Роза виконують домашнє завдання. Вони досліджують інформацію про куріння цигарок.

Прочитайте інформацію про Іванове дослідження. Потім дайте відповідь на наведене нижче питання.

#### Дослідження Івана

У 1950-х роках під час досліджень було встановлено, що смоли цигаркового диму призводять до захворювання на рак у мишей. Тютюнові компанії стверджували, що не було доказів того, що куріння спричиняло захворювання на рак у людей. Крім того, вони почали виробляти цигарки з фільтром.



Виберіть **дві** причини з наведеного нижче списку, які б пояснювали, чому тютюнові компанії можуть заявляти, що **немає** доказів того, що смоли від цигаркового диму спричиняли в людей захворювання на рак.

- A Людський імунітет стійкий до смол.
- B Досліди було проведено на мишах.
- C Хімічні речовини від куріння зменшували вплив смол на людину.
- D У людей реакція може бути іншою, ніж у мишей.
- E У цигарках із фільтром усі смоли видаляються з диму.

### Завдання 2: КУРІННЯ

Під час проведення дослідження щодо куріння Роза знайшла графік.

Використавши інформацію, яку знайшла Роза, виберіть найправильнішу відповідь на наведене нижче запитання.

Яке твердження найкраще описує дані в графіку?

- A Графік показує, що всі чоловіки, які курили цигарки, захворіли на рак легень.
- B Графік показує, що в 1940-х роках більше чоловіків курили цигарки, ніж у 2010.
- C Немає зв'язку між кількістю викурених цигарок і смертністю від раку легень.
- D Є стійкий зв'язок між кількістю викурених цигарок і смертністю від раку легень.



### 3. ХОЛОДИЛЬНИК «ГОРЩИК У ГОРЩИКУ»

**PISA-2015** Група завдань: **ХОЛОДИЛЬНИК «ГОРЩИК У ГОРЩИКУ»**

**Вступ**

Холодильник «горщик у горщику» – це винахід, який зазвичай використовують в африканських країнах для збереження їжі холодною без електроенергії.

Усередині великого горщика з глини розміщують маленький горщик із глини й накривають його кришкою з тканини або глини. Простір між двома горщиками заповнюють піском. Унаслідок цього створюють ізолювальний шар навколо внутрішнього горщика. Пісок підтримують у вологому стані шляхом періодичного доливання води через однакові інтервали часу. Коли вода випаровується, температура у внутрішньому горщику знижується.

Місцеві мешканці виготовляють такі охолоджувальні пристрої з глини, яка є доступним ресурсом у цих регіонах.

**Горщик у горщику**

Внутрішній горщик із глини. Сюди кладуть їжу

Зовнішній горщик із глини.

Шар вологого піску

Кришка з тканини

Опора

#### Завдання 1<sup>44</sup>: ХОЛОДИЛЬНИК «ГОРЩИК У ГОРЩИКУ»

**PISA-2015** Група завдань: **ХОЛОДИЛЬНИК «ГОРЩИК У ГОРЩИКУ»**

**Завдання 1**

Дослідіть, яка модель «горщика в горщику» найбільше підійде для зберігання свіжої їжі для родини.

Їжа найкраще зберігається за температури 4°C, адже саме за такої температури їжа зберігається максимально свіжою, а розмноження бактерій у ній є мінімальним.

За допомогою розташованого навпроти симулятора знайдіть максимальну кількість їжі, яка може зберігатися свіжою (за 4°C), унаслідок зміни товщини й вологості шару піску.

*Ви можете запускати симуляцію декілька разів, а також повторно вводити й видаляти будь-які дані.*

Максимальна кількість їжі, що зберігається свіжою за температури 4°C –  кг.

**Внутрішній горщик із глини**  
Сюди кладуть їжу

**Зовнішній горщик із глини**

**Шар вологого піску**

**Кришка**

**Опора**

Товщина піщаного шару (см)	Кількість їжі (кг)	Вологість піску (вологий/сухий)	Температура

**Постійні змінні**

Темп. пов. 38°C

Вологість 20%

Товщина піщаного шару (см): 1 2 3 4 5

Кількість їжі (кг): 0 4 8 12 15 20

Вологість піску: Вологий Сухий

Записати Видалити

44 **Примітка:** це завдання для комп'ютерного тестування, тому його використання в класі можливе лише з метою ознайомлення й аналітичного проговорення.

## 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ

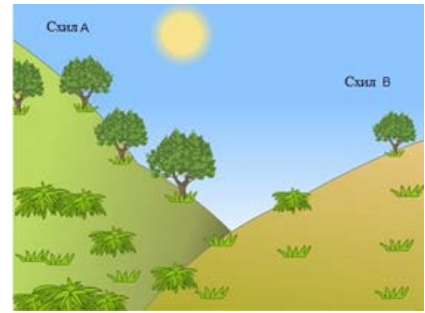
Прочитайте вступ.

### Дослідження поверхні схилів

Група учнів звернула увагу на значущу різницю в рослинності на двох схилах одного міжгір'я: на схилі А рослинність значно зеленіша й рясніша, ніж на схилі В. Різницю показано на малюнку праворуч.

Учні з'ясовують, чому рослинність на схилах настільки відрізняється. У межах цього дослідження вони вимірюють три чинники навколишнього середовища впродовж певного терміну:

- **сонячне випромінювання:** скільки сонячного світла потрапляє на поверхню схилів;
- **вологість ґрунту:** наскільки вологий ґрунт у цій місцевості;
- **кількість опадів:** скільки опадів випадає в цій місцевості.



### Завдання 1<sup>45</sup>: ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ

Прочитайте інформацію про збирання даних і впишіть у відповідь на запитання.

#### Збирання даних

На кожному схилі учні розмістили по два інструменти трьох видів, як показано на малюнку.



Датчик сонячного випромінювання: вимірює кількість сонячного світла в мегаджоулях на квадратний метр (МДж/м<sup>2</sup>).



Датчик вологості ґрунту: вимірює кількість води як частку від об'єму ґрунту у відсотках.



Дощомір: вимірює кількість опадів у міліметрах (мм).



Чому для дослідження відмінності в рослинності на схилах учні розмістили по два однакових інструменти на кожному з них?

.....

.....

45 **Примітка:** це завдання адаптоване з комп'ютерного формату в паперовий, завдяки чому його можна виконати в класі.

## Завдання 2<sup>46</sup>: ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ СХИЛІВ

Прочитайте інформацію щодо аналізу даних.

### Аналіз даних

Учні беруть середні значення вимірювань, зроблених у певний проміжок часу кожною парою інструментів на кожному схилі, й обчислюють похибку для цих вимірювань. Отримані результати вони записують у таблицю й зазначають похибку після знака  $\pm$ .

	Сонячне випромінювання, у середньому	Вологість ґрунту, у середньому	Кількість опадів, у середньому
Схема А	$3\,800 \pm 300$ МДж/м <sup>2</sup>	$28 \pm 2\%$	$450 \pm 40$ мм
Схема В	$7\,200 \pm 400$ МДж/м <sup>2</sup>	$18 \pm 3\%$	$440 \pm 50$ мм



Два учні не погоджуються один з одним щодо причини різної вологості ґрунту на двох схилах.

- Учень 1 вважає, що вологість ґрунту є різною через неоднаковість сонячного випромінювання, що потрапляє на схили.
- Учень 2 вважає, що вологість ґрунту є різною через різну кількість опадів на цих схилах.

Для відповіді на питання виберіть один із двох наданих варіантів і впишіть пояснення Вашої позиції нижче.

З огляду на ці дані, хто з учнів має рацію?

- Учень 1
- Учень 2

Поясніть свою відповідь.

.....

.....

.....

46 **Примітка:** це завдання адаптоване з комп'ютерного формату в паперовий, завдяки чому його можна виконати в класі.



## 5. МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ

### Завдання 1<sup>47</sup>: МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ

Прочитайте текст «Метеорні тіла й кратери».



#### МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ

Каміння в космосі, що потрапляє до атмосфери Землі, називають метеорними тілами (метеороїдами). Метеорні тіла, проникнувши в земну атмосферу, нагріваються й світяться. Більшість метеорних тіл згорає раніше, ніж досягає поверхні Землі. Коли метеорне тіло стикається із Землею, воно може утворити в ній западину, яку називають кратером.

Виберіть відповідь на наведене нижче запитання.

Під час наближення до Землі та її атмосфери, метеорне тіло збільшує свою швидкість. Чому це відбувається?

- A Метеорне тіло притягує Земля внаслідок її обертання.
- B Метеорне тіло пришвидшує дія сонячного світла.
- C Метеорне тіло притягує Земля своєю масою.
- D Метеорне тіло відштовхує вакуум космосу.

### Завдання 2<sup>48</sup>: МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ

**PISA-2015**

?

**Метеорні тіла й кратери**  
Завдання 2/3


Прочитайте текст «Метеорні тіла й кратери» праворуч. У випадному меню виберіть відповіді на наведене нижче запитання.

Як впливає земна атмосфера на кількість кратерів на поверхні планети?

Чим більшою буде товщина атмосфери планети, тим  кратерів буде на її поверхні, тому що  метеорних тіл згоратиме в її атмосфері.

#### МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ

Каміння в космосі, що потрапляє до атмосфери Землі, називають метеорними тілами (метеороїдами). Метеорні тіла, проникнувши в земну атмосферу, нагріваються й світяться. Більшість метеорних тіл згорає раніше, ніж досягає поверхні Землі. Коли метеорне тіло стикається із Землею, воно може утворити в ній западину, яку називають кратером.



47 **Примітка:** це завдання адаптоване з комп'ютерного формату в паперовий, завдяки чому його можна виконати в класі.

48 **Примітка:** це завдання для комп'ютерного тестування, тому його використання в класі можливе лише з метою ознайомлення й аналітичного проговорення.

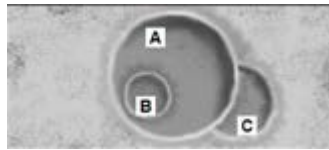
### Завдання 3<sup>49</sup>: МЕТЕОРИТНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ

Прочитайте текст «Метеорні тіла й кратери».



#### МЕТЕОРНІ ТІЛА Й КРАТЕРИ

Каміння в космосі, що потрапляє до атмосфери Землі, називають метеорними тілами (метеороїдами). Метеорні тіла, проникнувши в земну атмосферу, нагріваються й світяться. Більшість метеорних тіл згорає раніше, ніж досягає поверхні Землі. Коли метеорне тіло стикається із Землею, воно може утворити в ній западину, яку називають кратером.



Подивіться на ці три кратери.

Упорядкуйте кратери за розміром метеорних тіл, унаслідок падіння яких вони утворилися, від найбільшого до найменшого.

			Найбільший → Найменший		
A	B	C			

Упорядкуйте кратери за часом їхнього утворення – від найстарішого до найновішого.

			Найстаріший → Найновіший		
A	B	C			

49 **Примітка:** це завдання адаптоване з комп'ютерного формату в паперовий, завдяки чому його можна виконати в класі.

## 6. КУРІННЯ ТЮТЮНУ

Для куріння тютюну використовують цигарки, сигари або люльки. За результатами дослідження було з'ясовано, що від захворювань, пов'язаних із курінням, у світі щодня вмирає близько 13 500 людей. Прогнозують, що до 2020 року рівень смертності у світі від захворювань, пов'язаних із курінням тютюну, становитиме 12 %. Тютюновий дим містить багато шкідливих речовин. Найзгубніші з них – смоли, нікотин і чадний газ.

### Завдання 1: КУРІННЯ ТЮТЮНУ

Тютюновий дим потрапляє в легені курця. Смоли з диму осідають у легенях, і це перешкоджає роботі легень.

Що з наведеного далі становить функцію легенів?

- A Нагнітання збагаченої киснем крові в усі частини тіла людини.
- B Перенесення певної кількості удихуваного людиною кисню до крові.
- C Очищення крові людини шляхом зменшення вмісту вуглекислого газу до нуля.
- D Перетворення молекул вуглекислого газу в молекули чадного газу

### Завдання 2: КУРІННЯ ТЮТЮНУ

Куріння збільшує ризик захворювання на рак легенів, а також деяких інших захворювань.

Чи збільшується ризик цих захворювань через куріння тютюну?

Обведіть «Так» або «Ні».

Чи збільшується ризик ураження вказаними захворюваннями внаслідок куріння тютюну?	Так або ні?
Бронхіт	Так / Ні
ВІЛ / СНІД	Так / Ні
Вітряна віспа	Так / Ні

### Завдання 5: КУРІННЯ ТЮТЮНУ

Деякі люди використовують ніотинові пластирі для того, щоб допомогти собі кинути курити. Пластир наклеюють на шкіру, і крізь неї нікотин потрапляє в кров. Це допомагає зменшити потяг до куріння й полегшує прояв симптомів, які виникають у людини в цей період.

Щоб вивчити ефективність ніотинових пластирів, випадковим чином було зібрано групу зі 100 курців, які хотіли кинути курити. Групу вивчатимуть упродовж шести місяців. Ефективність ніотинових пластирів вимірюватимуть часткою людей, які до кінця експерименту не почнуть знову курити тютюн.

Який із наведених нижче варіантів є **найкращою** схемою для цього експерименту?

- A Усі люди в групі носитимуть пластир.
- B Усі носитимуть пластир, окрім однієї людини, яка намагається кинути курити без нього.
- C Люди самі вирішуватимуть, чи використовувати їм пластир для того, щоб кинути курити.
- D Відібрана випадковим чином половина людей із групи використовуватиме пластирі, а інша половина – ні.

---

**Завдання 6: КУРІННЯ ТЮТЮНУ**

Для того, щоб людина кинула курити, використовують різні методи впливу на неї.

Чи ґрунтуються вказані далі методи розв'язування проблеми куріння на технології? Обведіть «Так» або «Ні».

<b>Чи базується вказаний метод зменшення куріння на таких технологіях?</b>	<b>Так або ні?</b>
Збільшувати вартість цигарок.	Так / Ні
Виготовляти нікотинові пластирі, які допомагають людині кинути курити.	Так / Ні
Забороняти куріння в громадських місцях.	Так / Ні

---

**Завдання 10N: КУРІННЯ ТЮТЮНУ**

Наскільки цікавить Вас ця інформація?

Виберіть лише одну відповідь у кожному рядку.

		<i>Дуже цікавить</i>	<i>Цікавить</i>	<i>Трохи цікавить</i>	<i>Не цікавить</i>
a)	Як смоли тютюну зменшують ефективність легенів?				
b)	Чому виникає тютюнова залежність?				
c)	Як тіло відновлюється після відмови від куріння?				

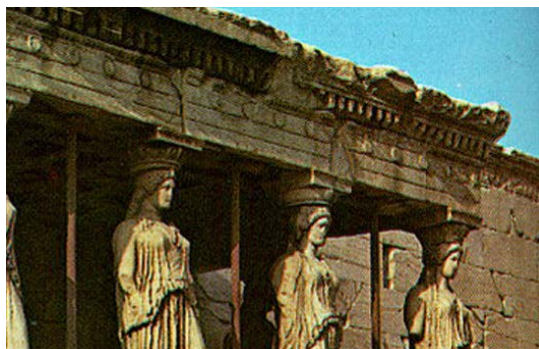




## 7. КИСЛОТНІ ДОЩІ

Розгляньте фотографію, наведену нижче. На ній зображено статуї-підпори у вигляді жіночих постатей, які називають каріатидами. Їх було виготовлено в Акрополі в місті Афіни понад 2500 років тому. Статуї зроблено з каменю, а саме з мармуру, головним складником якого є кальцій карбонат.

У 1980 році справжні статуї було перенесено до приміщення музею Акрополя, навколо ж музею тепер знаходяться їхні копії. Це було зроблено через те, що справжні мармурові статуї постійно руйнувалися під дією кислотних дощів.



### Завдання 1: КИСЛОТНІ ДОЩІ

Звичайний дощ є якоюсь мірою кислотним, оскільки вбирає з повітря певну кількість карбон (IV) оксиду (вуглекислого газу). Однак дощ може мати більшу кислотність, ніж звичайний, якщо ввібрав ще й інші гази, зокрема, оксиди Сульфуру та оксиди Нітрогену. Такий дощ – кислотний.

Звідки в повітрі з'являються оксиди Сульфуру та оксиди Нітрогену?

.....  
.....

### Завдання 2: КИСЛОТНІ ДОЩІ

Оцет і кислотний дощ мають приблизно однакову кислотність. Тому вплив кислоти на мармур можна змоделювати, якщо занурити мармурову пластинку в оцет на 8–10 годин. Після занурення мармуру в оцет з'являються бульбашки газу.

*Необхідно виміряти масу мармурової пластинки до й після експерименту.*

Мармурову пластинку масою 2,0 грами занурили в оцет на 8–10 годин. Потім пластинку вийняли з оцту.

Якою буде маса сухої пластинки?

- А Менше 2,0 грама
- Б Дорівнює 2,0 грама
- В Між 2,0 і 2,4 грама
- Г Більше 2,4 грама

### Завдання 3: КИСЛОТНІ ДОЩІ

Учень, який проводив експеримент, описаний у попередньому завданні, вирішив провести ще один експеримент: занурити мармурову пластинку на 8–10 годин у дистильовану воду.

Поясніть, чому учень увів цей крок до свого експерименту.

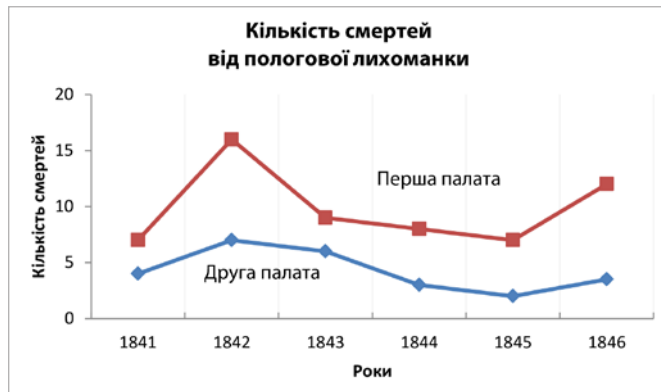
.....  
.....

## 8. ЩОДЕННИК СЕММЕЛЬВАЙСА

### Щоденник Семмельвайса. Текст 1

«Липень 1846. Наступного тижня я стану «паном доктором» у першій палаті пологового будинку в головній лікарні Відня. Я злякався, коли почув про частку смертей серед пацієнток цієї клініки. Лише цього місяця там померли 36 із 208 матерів, усі – від пологової лихоманки. Пологи так само небезпечні, як пневмонія (запалення легенів) першого ступеня».

Ці рядки зі щоденника Ігнаца Семмельвайса (1818–1865) ілюструють жахливі наслідки пологової лихоманки – заразної хвороби, що призвела до смерті багатьох жінок після пологів. І. Семмельвайс збирав дані про кількість смертей від пологової лихоманки у двох палатах, окремо в першій і окремо в другій (див. діаграму).



Діаграма

Лікарі, зокрема й Семмельвайс, не знали зовсім нічого про причини пологової лихоманки. Розгорнемо ще раз щоденник Семмельвайса:

«Грудень 1846. Чому так багато жінок помирає від цієї лихоманки після пологів, що пройшли без жодних ускладнень? Століттями наука твердила нам, що матерів убиває невидима епідемія. Причинами можуть бути або зміни в повітрі, або якийсь позаземний вплив, або рух самої земної поверхні, землетрус».

Малоймовірно, що в наші дні розглядатимуть позаземний вплив або землетрус як можливі причини лихоманки. Зараз нам відомо, що причина полягає в дотриманні гігієнічних умов. Але за часів, коли жив Семмельвайс, багато людей, навіть науковців, уважали саме так! Проте сам Семмельвайс заперечував, що лихоманку можуть викликати позаземний вплив або землетрус. Він намагався переконати в цьому своїх колег, навівши зібрані ним дані (див. діаграму).

### Завдання 1: ЩОДЕННИК СЕММЕЛЬВАЙСА

Уявіть себе на місці Семмельвайса. Поясніть, з огляду на зібрані Семмельвайсом дані, чому пологову лихоманку навряд чи може зумовити землетрус.

.....

.....

.....

.....

## Щоденник Семмельвайса. Текст 2

Одним із видів діагностики в лікарні був розтин. Тіло померлого розтинали, щоб з'ясувати причину смерті. Семмельвайс записав у щоденнику, що студенти, які працювали в першій палаті, зазвичай брали участь у розтині тіл жінок, померлих напередодні, а потім оглядали жінок, які щойно народили. При цьому студенти не надавали особливого значення тому, щоб ретельно помитися після розтинів. За їхнім запахом можна було сказати, що вони працювали в морзі, і дехто з них навіть пишався цим, оскільки вважав, що так можна продемонструвати свою працьовитість!

Один із друзів Семмельвайса помер, порізавшись під час розтину. Розтин його тіла показав, що в нього були такі ж симптоми, що й у матерів, які померли від пологової лихоманки. У Семмельвайса виникла нова ідея.

---

### Завдання 2: ЩОДЕННИК СЕММЕЛЬВАЙСА

Нова ідея Семмельвайса полягала в тому, що є зв'язок між значною часткою жінок, які помирали в пологових палатах, і поведінкою студентів.

Якою була ця ідея?

- A Якби студенти ретельно милися після розтинів, кількість випадків захворювання пологовою лихоманкою зменшилася б.
- B Студенти не мали б брати участі в розтинах, оскільки вони могли порізатися.
- C Від студентів тхнуло, тому що вони не милися після розтинів.
- D Студенти хотіли показати, які вони працелюбні, що призводило до недбальства під час огляду жінок-породіль.

---

### Завдання 3: ЩОДЕННИК СЕММЕЛЬВАЙСА

Семмельвайс досяг успіху у своїх спробах зменшити кількість смертей, пов'язаних із пологовою лихоманкою. Але пологова лихоманка навіть зараз залишається хворобою, якої важко позбутися.

Лихоманка, яку складно лікувати, усе ще є проблемою в лікарнях. Нині вживають різноманітних заходів для розв'язування цієї проблеми. Зокрема – прання простирادل за високих температур.

Поясніть, чому висока температура під час прання простирادل сприяє зменшенню ризику захворювання пацієнтів на лихоманку.

.....  
.....

---

### Завдання 4: ЩОДЕННИК СЕММЕЛЬВАЙСА

Багато хвороб можна вилікувати за допомогою антибіотиків. Проте позитивна дія деяких антибіотиків у боротьбі з пологовою лихоманкою зменшилася за останні роки.

У чому причина цього явища?

- A Після виготовлення антибіотики поступово втрачають свою активність.
- B Бактерії набувають стійкості до антибіотиків.
- C Ці антибіотики діють тільки проти пологової лихоманки, але не проти інших хвороб.
- D Необхідність у цих антибіотиках зменшилася, тому що останніми роками значно поліпшено умови надання медичної допомоги.

## 9. ОЗОН

Прочитайте наведений нижче уривок зі статті про озоновий шар

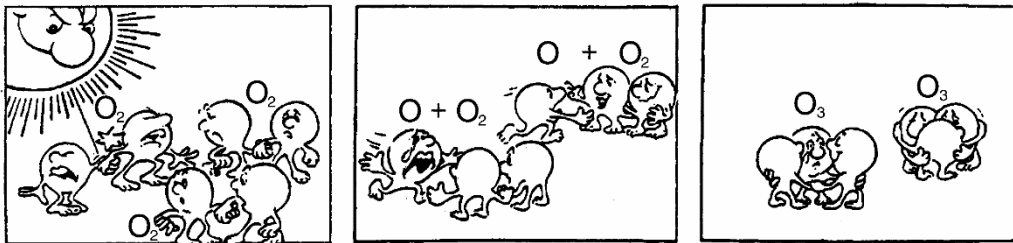
1 Атмосфера – океан повітря й безцінний природний ресурс для підтримання життя на Землі. На жаль, людська діяльність, зорієнтована на національні й особисті інтереси, завдає шкоди цьому загальному ресурсу, що призводить до виснаження тонкого озонового шару, який діє як захисний екран для життя на Землі.

5 Молекули озону складаються з трьох атомів Оксигену на відміну від молекул кисню, які складаються з двох атомів Оксигену. Молекули озону надзвичайно рідкісні: їх менше десяти на кожен мільйон молекул речовин – головних складників повітря. Проте впродовж майже мільярда років їх наявність в атмосфері відіграла вирішальну роль у збереженні життя на Землі. Залежно від того, де він знаходиться, озон може або захищати життя на Землі, або завдавати йому шкоди. Озон у тропосфері (на висоті до 10 км над землею поверхнею) – це «шкідливий» озон, який може завдати шкоди тканинам легенів і рослинам. Але понад 90 відсотків озону, який знаходиться в стратосфері (на висоті від 10 км до 40 км над землею поверхнею), – це «корисний» озон, який поглинає небезпечне ультрафіолетове випромінювання Сонця, тобто виконує корисну роботу. Без цього корисного озонового шару люди були б більш схильні до захворювань, які виникають унаслідок опромінення ультрафіолетовим випромінюванням Сонця.

15 В останні десятиліття кількість озону зменшилася. У 1974 році була висунута гіпотеза, що причиною цього можуть бути фреони (CFCs). До 1987 року наукові дослідження причиново-наслідкових зв'язків не давали переконливих підтверджень «причетності» фреонів до руйнування озону. Проте у вересні 1987 року офіційні представники різних країн зустрілися в Монреалі (Канада) і домовилися ввести суворі обмеження на використання фреонів.

### Завдання 1. ОЗОН

У наведеному вище тексті ніде не йдеться про те, як утворюється озон в атмосфері. Насправді щодня деяка кількість озону утворюється, а деяка – зникає. Спосіб утворення озону проілюстровано за допомогою наведеного далі коміксу (смішної розповіді в малюнках).



Припустімо, у вас є дядечко, який намагається зрозуміти, що зображено на малюнках. Проте він не отримав у школі природничо-наукової освіти й не розуміє, що намагався пояснити автор малюнків. Він знає, що в атмосфері немає ніяких маленьких чоловічків, але його цікавить, що зображають маленькі чоловічки з коміксу, а також що означають ці дивні написи  $O_2$  і  $O_3$  і який процес відображено на малюнках. Він просить вас пояснити комікс.

Припустімо, що Ваш дядечко знає:

- $O$  – позначення Оксигену;
- що таке атоми й молекули.

Опишіть своєму дядечкові, що зображено на кожному малюнку коміксу.

Скористайтеся термінами «атоми» й «молекули», щоб описати те, що сказано про атоми й молекули в рядках 4 і 5

.....  
.....

---

## Завдання 2: ОЗОН

Озон утворюється під час грози. Після грози саме він дає типовий запах. У рядках тексту 8 - 13 автор пояснює відмінність між «шкідливим» і «корисним» озоном. Використавши терміни, наведені в статті, дайте відповідь на запитання.

Яким є озон, що утворюється під час грози, – «шкідливим» чи «корисним»?

Виберіть із таблиці відповідь і пояснення, яке підтвержене текстом.

Обведіть їх.

	Шкідливий озон чи корисний?	Пояснення
A	Корисний	Утворюється за погані погоди.
B	Шкідливий	Утворюється в тропосфері.
C	Корисний	Утворюється в стратосфері.
D	Корисний	Добре пахне.

---

## Завдання 3. ОЗОН

У рядках 11–13 зазначено: «Без цього корисного озонового шару люди були б більш схильні до захворювань, які виникають унаслідок опромінення ультрафіолетовим випромінюванням Сонця».

Назвіть одне з таких захворювань, указавши, що саме воно вражає.

.....  
.....

---

## Завдання 4: ОЗОН

Наприкінці тексту йдеться про міжнародну конференцію в Монреалі. На цій конференції обговорювали багато питань, що стосуються можливого виснаження озонового шару. Два із цих питань наведені нижче в таблиці.

Чи можуть наукові дослідження дати відповідь на наведені в таблиці запитання?

Обведіть «Так» або «Ні» в кожному рядку.

Питання	Чи можна знайти відповідь за допомогою наукових досліджень?
Чи можуть сумніви вчених щодо впливу фреонів на озоновий шар бути причиною пасивності влади?	Так / Ні
Чому дорівнювала б концентрація фреонів в атмосфері у 2002 році, якби в атмосферу потрапила така ж кількість фреонів, що й зараз?	Так / Ні

## 10. АВТОБУСИ

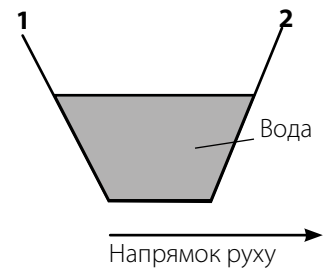
### Завдання 1. АВТОБУСИ

Автобус їде прямою дорогою. Водій автобуса на ім'я Рей тримає склянку води на панелі приладів.

Несподівано Рей натискає на гальма.

Що станеться з водою в склянці?

- A Вода залишиться в горизонтальному положенні.
- B Вода розхлюпається з боку № 1 склянки.
- C Вода розхлюпається з боку № 2 склянки.
- D Вода розхлюпається, однак невідомо, із якого з боків склянки, № 1 або № 2, це станеться.



### Завдання 2: АВТОБУСИ

Автобус, водієм якого є Рей, як і більшість інших автобусів, оснащений бензиновим двигуном. Через такі автобуси забруднюється довкілля.

У деяких містах використовують тролейбуси. Вони оснащені електродвигунами. Напруга, необхідна для таких електродвигунів, подається спеціальними дротовими контактними мережами (як і для електропоїздів).

Електрику виробляють спеціальні станції, які використовують викопне паливо.

Прихильники використання тролейбусів у містах стверджують, що цей вид транспорту не забруднює довкілля.

Як Ви вважаєте, чи мають рацію прихильники використання тролейбусів? Поясніть свою відповідь.

.....  
.....

## 11. ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

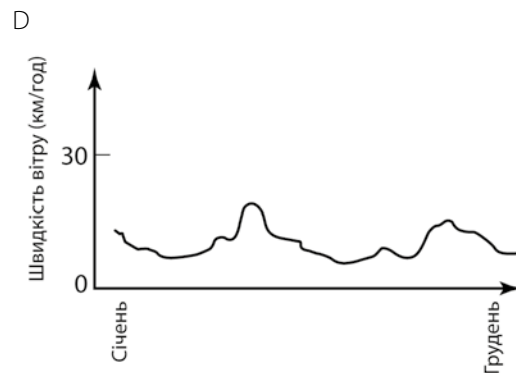
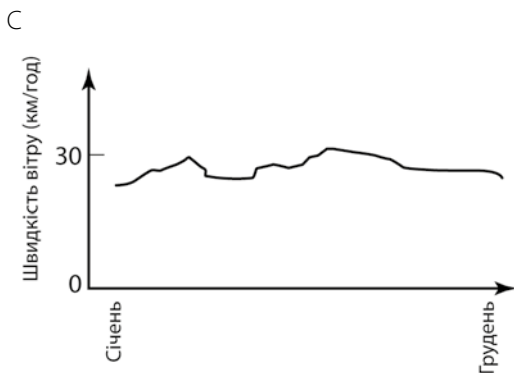
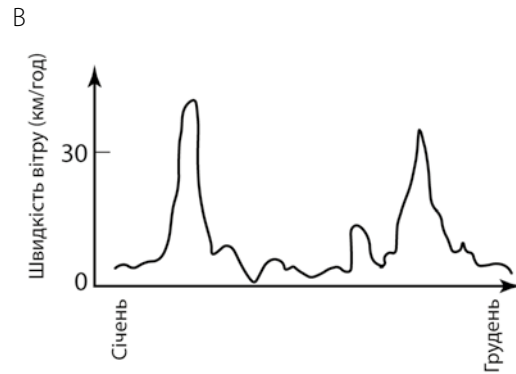
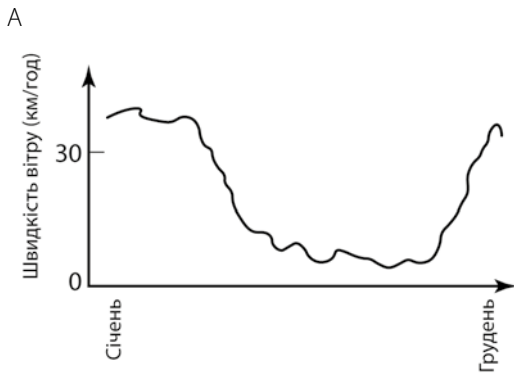
Багато людей вважають, що вітер має замінити нафту й вугілля як джерело для виробництва електроенергії. На малюнку зображені вітряки – споруди з лопатями, які обертаються завдяки вітру. Ці обертання зумовлюють вироблення електроенергії генераторами вітряків.



Вітряна електростанція

### Завдання 1. ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Наведені нижче графіки показують середню швидкість вітру впродовж року в чотирьох різних місцях. Який із графіків указує на місце, що найбільш придатне для встановлення вітряної електростанції?



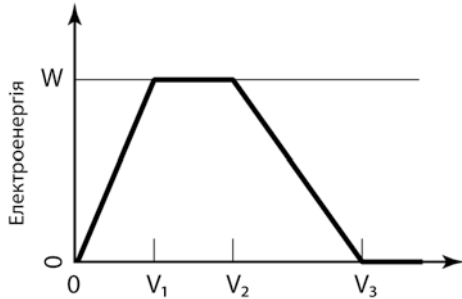
### Завдання 2. ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Чим сильніший вітер, тим швидше обертаються лопаті вітряків і тим більше виробляється електроенергії. Проте в реальних умовах немає прямого зв'язку між швидкістю вітру й обсягами виробленої електроенергії. Нижче наведено чотири умови, за яких відбувається вироблення електроенергії на робочій вітряній електростанції.

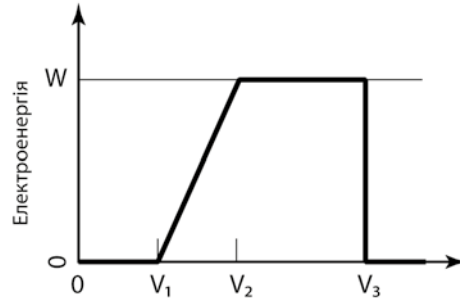
- Лопаті вітряків починають обертатися, коли швидкість вітру досягає  $V_1$ .
- Вироблення електроенергії досягає максимального обсягу ( $W$ ), коли швидкість вітру становить  $V_2$ .
- З міркувань безпеки не допускають обертання лопатей швидше, ніж вони обертаються за швидкості вітру  $V_2$ .
- Лопаті припиняють обертання, коли швидкість вітру становить  $V_3$ .

Який із наведених нижче графіків найкраще відображає співвідношення швидкості вітру й обсягу отриманої електроенергії за виконання зазначених вище умов?

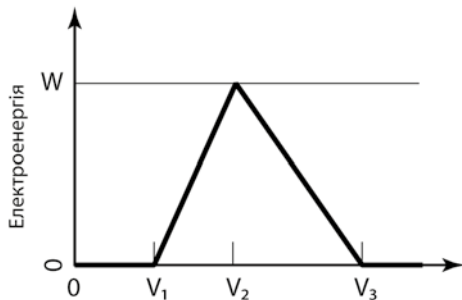
A



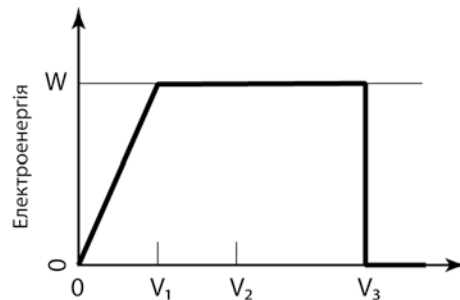
B



C



D



### Завдання 3. ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Чим більша висота над рівнем моря, тим повільніше обертаються лопаті за тієї самої швидкості вітру.

Яка з наведених нижче причин найкраще пояснює, чому лопаті вітряків обертаються повільніше в більш високих місцевостях за тієї самої швидкості вітру?

- A Зі збільшенням висоти повітря стає менш щільним.
- B Зі збільшенням висоти температура повітря стає нижчою.
- C Зі збільшенням висоти сила тяжіння зменшується.
- D Зі збільшенням висоти частіше дощить.

### Завдання 4: ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Опишіть одну конкретну перевагу й один конкретний недолік використання вітру для вироблення електроенергії порівняно з використанням таких видів органічного палива, як вугілля та нафта.

.....

.....



## 12. СВІТЛО ЗІРОК

Тошіо подобається дивитися на зірки. Проте він не має належної можливості спостерігати за ними вночі, тому що він живе у великому місті.

Торік Тошіо відвідував сільську місцевість, де він спостерігав за великою кількістю зірок, які він не може побачити під час перебування в місті.



---

### Завдання 1: СВІТЛО ЗІРОК

Чому в сільській місцевості є можливість спостерігати за значно більшою кількістю зірок, ніж у великих містах?

- A У містах місяць яскравіший і перешкоджає передаванню світла від багатьох зірок.
- B У сільському повітрі міститься більше пилу, який відбиває світло, ніж у міському повітрі.
- C Через яскравість міського освітлення багато зірок складно побачити.
- D У містах температура повітря вища через тепло, що виділяється автомобілями, технікою та будинками.

---

### Завдання 2: СВІТЛО ЗІРОК

Для того, щоб вести спостереження за зірками низької яскравості, Тошіо використовує телескоп з об'єктивом великого діаметра.

Чому використання телескопа з об'єктивом великого діаметра уможливорює ведення спостереження за зірками низької яскравості?

- A Чим більший об'єктив, тим більше світла можна зібрати.
- B Чим більший об'єктив, тим сильніше він збільшує.
- C Більші об'єктиви дають змогу побачити більше неба.
- D Більші об'єктиви можуть виявляти темні кольори в зірках.

## 13. РИЗИК ДЛЯ ЗДОРОВ'Я?

Уявіть, що Ви живете поблизу великого хімічного заводу, який виробляє добрива для використання в сільському господарстві. В останні роки було кілька випадків, коли люди в цьому регіоні потерпали від тривалих проблем із диханням. Багато місцевих жителів вважає, що ці симптоми спричинені токсичними випарами, які виділяє завод хімічних добрив, розташований неподалік.

Було проведено громадські слухання з метою обговорення потенційної небезпеки хімічного заводу для здоров'я місцевих мешканців. На слуханнях науковці зробили такі заяви.

### **Заяви науковців, що працюють у хімічній компанії**

«Ми провели дослідження токсичності ґрунту в регіоні. Нами не було виявлено жодного доказу наявності токсичних хімічних речовин у взятих нами зразках.»

### **Заяви науковців, найнятих зацікавленими членами місцевої громади**

«Ми розглянули низку випадків тривалих проблем із диханням у регіоні та порівняли їх кількість із кількістю аналогічних випадків у регіоні, розташованому далеко від хімічного заводу. Випадків більше в регіоні поблизу хімічного заводу.»

### **Завдання 1: РИЗИК ДЛЯ ЗДОРОВ'Я?**

Власник хімічного заводу скористався заявою науковців/учених, які працюють на компанію, для того, щоб аргументувати, що «випари, які виділяє завод, не становлять загрози здоров'ю місцевих мешканців».

*Наведіть одну причину, відмінну від тієї, що зазначена в заяві вчених, найнятих зацікавленими громадянами, для того, щоб піддати сумніву те, що заява науковців, які працюють на компанію, підтримує аргумент власника заводу.*

.....  
.....

### **Завдання 3: РИЗИК ДЛЯ ЗДОРОВ'Я?**

Науковці, найняті зацікавленими громадянами, порівняли кількість людей із тривалими проблемами з диханням, які мешкають поблизу хімічного заводу, із кількістю таких людей, які живуть далеко від заводу.

*Опишіть одну можливу відмінність між двома регіонами, яка змусить Вас подумати про те, що порівняння не було коректним.*

.....  
.....

### **Завдання 10N. РИЗИК ДЛЯ ЗДОРОВ'Я?**

Наскільки Вас цікавить така інформація?

*Зробіть лише одну позначку в кожному рядку.*

		<i>Дуже цікавить</i>	<i>Цікавить</i>	<i>Трохи цікавить</i>	<i>Не цікавить</i>
a)	Більше знати про хімічний склад сільськогосподарських добрив				
b)	Розуміти, що відбувається з токсичними парами, які виділяються до атмосфери				
c)	Дізнатися про респіраторні захворювання, причиною яких можуть бути викиди хімічних речовин				

## ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ ПОКАЖЧИК

**Природничо-наукові дисципліни** – дисципліни (науки), що вивчають природний світ, зокрема фізика, хімія, біологія, науки про Землю та космос. Оскільки в межах дослідження PISA може бути оцінена лише окрема частина змісту природничо-наукових дисциплін, то під час добирання змісту знань для оцінювання в PISA застосовують чіткі критерії відбору цих знань з основних сфер відповідних дисциплін (наук). Базовими критеріями відбору є: стосунок знань до реальних життєвих ситуацій; важливість знань (наукової ідеї або значної пояснювальної теорії, корисність якої безсумнівна); відповідність знань рівню розвитку 15-річних осіб.

**Природний світ** – поняття, що використовують у PISA для посилання на феномен, пов'язаний із будь-яким предметом або явищем, що є або відбувається в живій або неживій природі.

**Природничо-наукова грамотність** – здатність людини як свідомого громадянина вичити й розв'язувати питання, пов'язані з наукою та ідеями про науку. Оскільки повсякденне життя в соціумі й професійна діяльність людей потребують наукових знань й обізнаності в науково обґрунтованих технологіях, розуміння цих галузей діяльності молодими людьми є головною передумовою їхньої «готовності до життя». Набуття наукової грамотності ґрунтується на ідеї про те, що цілі наукової освіти мають бути широкими й практичними. Концепція природничо-наукової грамотності стосується як знань про науку, так і знань про наукові технології. Наука й технології відрізняються за своїми цілями, процесами й продуктами, хоча й взаємопов'язані: технології спрямовані на досягнення оптимального розв'язання реальних життєвих проблем людини, а таких оптимальних розв'язань може бути декілька, наука ж, навпаки, шукає відповіді на загальні питання про природний матеріальний світ. Природничо-наукова грамотність потребує знання не лише понять і наукової теорії, а й загальних процедур і практик, пов'язаних із науковими завданнями, і того, як вони вможливають розвиток науки. Крім того, природничо-наукова грамотність включає ставлення до науки.

**Науково грамотна особа** – особа, яка має знання про основні концепції й ідеї, що формують основу наукової й технологічної думки, про походження таких знань і ступінь обґрунтованості їх доказами або теоретичними поясненнями; особа, яка готова аргументовано міркувати про науку й технології, що потребує таких компетентностей: пояснювати явища науково; оцінювати й розробляти наукове дослідження, інтерпретувати дані й докази з наукової позиції.

**Природничо-наукові компетентності** – частина структури природничо-наукової грамотності; дії, які показують те, що грамотна в питаннях природничо-наукових дисциплін особа розуміє й здатна робити в особистісних, локальних/національних і глобальних контекстах. Вільне володіння цими діями є, зокрема, тим, що відрізняє експерта в природничо-наукових питаннях від початківця. У PISA виокремлено три компетентності.

*Компетентність 1: пояснювати явища науково* – розпізнавати, пропонувати й оцінювати пояснення різних природних і технологічних явищ, демонструючи здатність: згадувати й застосовувати належні наукові знання; виявляти, використовувати й створювати пояснювальні закономірності та представлення; робити й обґрунтовувати відповідні прогнози; пропонувати пояснювальні гіпотези; пояснювати потенційні результати наукового знання для суспільства.

*Компетентність 2: оцінювати й розробляти наукове дослідження* – описувати й оцінювати наукові дослідження й пропонувати шляхи розгляду питань із наукової позиції, демонструючи здатність: виявляти досліджувані питання в наданому науковому дослідженні; розпізнавати питання, які можна вивчити з наукової позиції; пропонувати способи вивчення наданого питання з наукової позиції; оцінювати способи вивчення наданого питання з наукової позиції; описувати й оцінювати, яким чином учені забезпечують надійність даних та об'єктивність й узагальнення пояснень.

*Компетентність 3: Інтерпретувати дані й докази науково* – аналізувати й оціню-

вати наукові дані, твердження й аргументи в різних формах репрезентації та робити відповідні висновки, проявляючи здатність: переносити дані з однієї форми подання в іншу; аналізувати й інтерпретувати дані та робити відповідні висновки; відрізняти аргументи, зроблені на основі наукових доказів і на основі теорії, від тих, що ґрунтуються на інших міркуваннях; оцінювати наукові аргументи й докази з різних джерел.

**Форми знання** – частина структури природничо-наукової грамотності, що передбачає знання змісту, знання процедур й епістемне знання, необхідні для реалізації природничо-наукових компетентностей науково грамотною особою.

*Знання змісту* – знання з основних сфер природничо-наукових дисциплін, зокрема стосовно фізичних систем (структура речовини, властивості речовини, хімічні зміни речовин, рух і сили, енергія та її перетворення, взаємодія між енергією та речовиною), живих систем (клітини, поняття «організм», людина, популяція, екосистема, біосфера), земні й космічні системи (структура земних систем, енергія в земних системах, зміни в земних системах, історія Землі, Земля в космосі, історія та масштаби Всесвіту).

*Процедурне знання* – знання стандартних процедур, які використовують учені для отримання надійних і валідних даних. Такі знання необхідні як для проведення наукового дослідження, так і для участі в критичному оцінюванні доказів, які можуть бути використані для підтримування конкретних тверджень. Загальні характеристики процедурного знання: поняття змінних, зокрема залежних, незалежних і керівних; поняття вимірювання (кількісні, якісні), використання масштабу, безумовні й тривалі змінні; способи оцінювання та зменшення невизначеності; механізми забезпечення відтворюваності й точності даних; загальні способи відокремлення даних за допомогою таблиць, графіків і діаграм, а також використання їх належним чином; стратегія керування даними та її роль у розробленні експериментів або використання рандомних контрольованих випробувань із метою уникнення змішаних висновків і виявлення можливих причинних механізмів; характер відповідної структури наданого наукового питання. Знання процедур необхідне для

пояснення того, що мають на увазі під стратегією керування даними.

Епістемне знання – розуміння ролі окремих елементів і визначальних ознак, важливих для процесу формування наукових знань. Основними характеристиками епістемного знання є елементи й визначальні ознаки науки (характер наукових спостережень, фактів, гіпотез, моделей і теорій; мета й завдання науки на відміну від технології, сутність наукового й технологічного завдання та відповідні дані; спрямованість науки на важливість публікацій, об'єктивності, усунення похибки тощо; характер наукових обґрунтувань). Роль цих елементів й ознак в обґрунтуванні науково отриманого знання такі: способи підкріплення наукових припущень науковими даними й обґрунтуваннями; призначення різних форм емпіричних досліджень у формуванні знання, їх мета й форма; шляхи впливу похибки вимірювання на ступінь безсумнівності наукового знання; використання й роль фізичної, системної й абстрактної моделей та їхні межі; роль співпраці та критики: як критичне оцінювання допомагає забезпечити довіру до наукових тверджень; роль наукового знання, поряд з іншими формами знань, у вирішенні соціальних і технологічних проблем. Епістемне знання необхідне для пояснення, чому використання стратегії керування даними або відтворювання вимірювань знаходиться в центрі формування наукових знань.

**Ставлення** – частина структури природничо-наукової грамотності, тобто природничо-наукова грамотність особи включає в себе певні форми ставлення, переконання, мотиваційну спрямованість, самоефективність і цінності. Ставлення як елемент науково-природничої грамотності поділяється на ставлення до науки та наукове ставлення: перше вимірюють рівнем зацікавленості, що виявляється в стосунку до наукових питань і дій; друге виявляється в схильності цінувати емпіричні докази як підґрунтя для формування переконань. Під час тестування PISA ставлення учнів/студентів до науки оцінюють під час анкетування за трьома напрямками: зацікавлення наукою й технологіями; екологічна свідомість; цінування наукових підходів до дослідження. Ці напрями вважають ключовими для природничо-наукової грамотності. Ступінь того, як кожний учень/студент цікавиться або не цікавиться

наукою й визнає її значення й способи застосування, вважають важливим для вимірювання результатів обов'язкової освіти, адже однією з цілей навчання природничо-наукових дисциплін є розвиток такого ставлення, яке спонукає учнів/студентів брати активну участь у вирішенні наукових проблем. Таке ставлення сприяє подальшому оволодінню науковими й технічними знаннями й застосуванню їх на користь людини в особистісному, локальному/національному та глобальному масштабах, а також сприяє розвитку само ефективності.

**Складність тестового завдання емпірична** – частка учасників тестування, які правильно розв'язали завдання. Емпірична складність завдання показує обсяг знань, що має популяція учасників тестування, тоді як когнітивна вимога показує тип ментальної обробки, яку необхідно задіяти для виконання певного завдання.

**Складність тестового завдання когнітивна (когнітивна вимога завдання)** – глибина потрібних для виконання певного завдання знань. У PISA використано адаптовану версію схеми рівнів «глибини знань» Вебба в поєднанні з очікуваними знаннями й компетентностями. Рівні глибини знань (DOK) Вебба пропонують таксономію для когнітивної вимоги, яка передбачає, що для завдання визначено як когнітивну вимогу шляхом використання дієслів, наприклад, «аналізувати», «упорядкувати», «порівняти», так і очікувану глибину знань, необхідну для виконання завдання. Назви природничо-наукових компетентностей формулюють за допомогою низки термінів, що визначають когнітивну вимогу з використанням таких дієслів, як «упізнавати», «інтерпретувати», «аналізувати» й «оцінювати». Однак самі по собі ці дієслова не обов'язково вказують на ієрархічний порядок складності, який залежить від рівня знань, необхідних для відповіді на будь-які завдання.

**Тривимірні характеристика тестового завдання в PISA** – виміри тестового завдання з природничо-наукових дисциплін із погляду змісту (знань), компетентності й когнітивної вимоги.

**Рівень когнітивної вимоги тестового завдання** – характеристика тестового завдання залежно від когнітивної вимоги, яка потрібна для його виконання

учнями/студентами. Відповідно виокремлюють категорії завдань із *низьким* (L) (виконання одноступінчастої процедури, наприклад, згадування факту, терміна, принципу або поняття чи пошук одиниці інформації в графіку або таблиці); *середнім* (M) (використання поняттєвого знання для опису або пояснення явища, вибору відповідних процедур, що складаються з двох або більше етапів, упорядкування/зображення даних, інтерпретування або використання простих наборів даних або графіків); *високим* (H) (аналіз комплексної інформації або даних, узагальнення або оцінювання доказів, обґрунтувань, причин за допомогою різних джерел, розроблення плану або послідовності кроків для визначення підходу до виконання завдання) рівнями когнітивної вимоги.

**Чинники, що визначають когнітивну вимогу тестових завдань** – параметри, які беруть до уваги під час розробки тестових завдань і під час звітування про результати тестування для оцінювання досягнень учнів/студентів у природничо-науковій галузі. Серед цих параметрів виокремлюють такі: кількість елементів знань, яких потребує завдання, і ступінь їхньої складності; рівень ознайомленості зі знаннями змісту, процедурним та епістемним знанням, які учні/студенти можуть мати та яких потребує завдання; когнітивна операція, якої потребує завдання, наприклад, згадування, аналіз, оцінювання; ступінь того, наскільки формулювання відповіді залежить від моделей або абстрактних наукових ідей.

**Контекст** – ситуація, що має стосунок до стосунків до життя особистості, родини й груп однолітків (особистісний контекст), до життя громад (локальний і національний контекст) і до життя людства в усьому світі (глобальний контекст). Відповідно до цього в PISA оцінювання компетентностей здійснюється шляхом актуалізації різних контекстів, навколо яких структуровано стимули й групи тестових завдань. Питання технологічної тематики належать до загального контексту. Деякі теми репрезентовані в історичних контекстах, які використовують для оцінювання розуміння учнями/студентами процесів і практик, що сприяли просуванню наукового знання. Оцінювання передбачає доведення успішного використання трьох компетентностей, які, у свою чергу, потребують природничо-наукової грамотності в

ситуаціях, актуалізованих в особистісних, локальних/національних і глобальних контекстах.

**Тестове завдання** – частина інструмента вимірювання, що типово стосується стимулу. Тестові завдання для PISA потребують використання всіх трьох природничо-наукових компетентностей і спираються на всі три форми наукового знання. Тестові завдання об'єднані в групи, що стосуються певного стимулу. Переважно кожна група тестових завдань оцінює декілька компетентностей і категорій знань. Проте деякі завдання оцінюють лише одну форму знань і одну компетентність.

**Стимул** – короткий письмовий текст або текст із таблицею, діаграмою або графіком, нестатичний матеріал (наприклад, анімації або інтерактивні симуляції), із яким має ознайомитися учень/студент перед початком виконання групи тестових завдань.

**Формати тестових завдань** – класи/типи тестових завдань залежно від операцій, які повинен виконати учень/студент. У PISA виокремлено три класи завдань. До кожного класу належить близько третини від усіх завдань науково-природничої галузі.

*Тестові завдання з простим вибором відповіді* – завдання, які потребують: вибору однієї відповіді з чотирьох запропонованих варіантів; вибору «гарячої точки» – відповіді, що є елементом, який можна вибрати на малюнку або в тексті в електронному форматі.

*Тестові завдання зі складним вибором відповіді* – завдання, які потребують: відповіді «так» або «ні» на серію взаємопов'язаних запитань, які оцінюються як одне завдання; вибору більш, ніж однієї відповіді зі списку наданих варіантів; завершення речення шляхом заповнення пропусків вибраними з випадного списку варіантами відповідей (в електронному форматі); відповіді на запитання в електронному форматі за

допомогою інструмента перетягування, який дає можливість учням/студентам користуватися рухомими елементами на екрані для виконання завдань на встановлення відповідності, упорядкування або розподілу за категоріями.

*Тестові завдання відкриті* – завдання, які потребують письмової або графічної відповіді: у вигляді однієї фрази або короткого тексту (наприклад, 2–4 речення для надання пояснення); у вигляді графіка або діаграми. Для надання відповідей на такі завдання в електронному вигляді надають спеціальні нескладні інструменти редагування.

**Кластер** – 30-хвилинна секція з тестових завдань. До кожного кластера входять або лише нові групи завдань, або лише трендові.

**Тестовий зошит** – 2-годинний набір із чотирьох кластерів, що видається учневі/студентові. Розподіл кластерів по зошитах відбувається за змінним принципом.

**Шкалювання результатів тестування** – визначення рівня оволодіння учнями/студентами природничо-науковими дисциплінами за допомогою описової 6-рівневої (6, 5, 4, 3, 2, 1a, 1b) шкали компетентності, яка ґрунтується на теорії розвитку компетентності, а не лише на ситуативному інтерпретуванні того, що здається вимірюваним за допомогою завдань зі збільшеною складністю. Для встановлення вимоги тестових завдань, що оцінюють результати досягнень в оволодінні природничо-науковою грамотністю, використано такі чинники: кількість і ступінь складності елементів знань, які потрібні для виконання завдання; рівень ознайомленості й попередніх знань, які можуть мати учні/студенти про залучені знання змісту, процедурного й епістемного знання; когнітивна операція, якої потребує завдання, наприклад, згадати, проаналізувати, оцінити; ступінь того, як формування відповіді залежить від моделей або абстрактних наукових ідей.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- American Association for the Advancement of Science. (1989). Science for all Americans: a Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology. Washington, D.C.: AAAS.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A Taxonomy for Learning, teaching and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. London: Longman.
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. New York: W.H.Freeman and Company.
- Biggs, J. and K. Collis (1982). Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy. New York, Academic Press.
- Bloom, B. S. (Ed.). (1956). Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals Handbook 1, Cognitive domain. London: Longmans.
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: young people and achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37-72.
- Bogner, F. and M. Wiseman (1999), "Toward Measuring Adolescent Environmental Perception", *European Psychologist* 4 (3).
- Brookhart, S.M., & Nitko, A.J. (2011) Strategies For Constructing Assessments of Higher Order Thinking Skills. In G. Schraw & D.R. Robinson (Eds) *Assessment of Higher Order Thinking Skills* (pp.327-359). North Carolina: IAP .
- Confederacion de Sociedades Cientificas de España (2011). Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España. Madrid: Author.
- Davis, S.L., & Buckendahl, C.W. (2011) Incorporating Cognitive Demand in Credentialing Examinations. In G. Schraw & D.R. Robinson (Eds) *Assessment of Higher Order Thinking Skills* (pp.327-359).North Carolina: IAP.
- Drechsel, B., Carstensen, C., & Prenzel, M. (2011). The role of content and context in PISA interest scales – A study of the embedded interest items in the PISA 2006 Science assessment. *International Journal of Science Education*, Volume 33, Number 1, 73-95.
- Duschl, R. (2007). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*, 32, 268-291.
- Eagles, P.F.J. and R. Demare (1999), "Factors Influencing Children's Environmental Attitudes", *The Journal of Environmental Education*, 30 (4).
- European Commission. (1995). White paper on education and training: Teaching and learning—Towards the learning society (White paper). Luxembourg: Office for Official Publications in European Countries.
- Fensham, P. (1985). Science for all: A reflective essay. *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 415-435.
- Ford, M. J., & Wargo, B. M. (2012). Dialogic framing of scientific content for conceptual and epistemic understanding. *Science Education*, 96(3), 369-391.
- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to Science. *Studies in Science Education*, 2, 1-41.
- Gott, R., Duggan, S., & Roberts, R. (2008). Concepts of evidence. University of Durham. Downloaded from <http://www.dur.ac.uk/rosalyn.roberts/Evidence/cofev.htm>, Sept 23, 2012.
- Kane, M. (2006). Validation. In R.L. Brennan (Ed.), *Educational measurement* (4th ed., pp. 17-64). Westport, CT: American Council on Education, Praeger Publishers.
- Klopfer, L. E. (1971). Evaluation of Learning in Science. In B. S. Bloom, J. T. Hastings & G. F. Madaus (Eds.), *Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. London: McGraw-Hill Book Company.
- Klopfer, L. E. (1976). A structure for the affective domain in relation to science education. *Science Education*, 60(3), 299-312.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. [10.1002/sce.20395]. *Science Education*, 94(5), 810-824.

- Lederman, N. G. (2006). Nature of Science: Past, Present and Future. In S. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Longino, H. E. (1990). *Science as Social Knowledge*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Marzano, R. J. and J. S. Kendall (2007). *The new taxonomy of educational objectives*. Thousand Oaks, CA, Corwin Press.
- Millar, R. (2006). Twenty First Century Science: Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Millar, R., & Osborne, J. F. (Eds.). (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London.
- Millar, R., Lubben, F., Gott, R., & Duggan, S. (1995). Investigating in the school science laboratory: conceptual and procedural knowledge and their influence on performance. *Research Papers in Education*, 9(2), 207-248.
- Mislevy, Robert J. and Geneva D. Haertel (2006) Implications of Evidence-Centered Design for Educational Testing. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 25 (4), 6-20.
- National Academy of Science. (1995). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC.: Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education.
- OECD. (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills: A New Framework for Assessment*. Paris, OECD (Organisation for economic co-operation and development).
- OECD. (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Paris: OECD.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD.
- OECD. (2006). *The PISA 2006 Assessment Framework for Science, Reading and Mathematics*. Paris: OECD.
- OECD. (2007). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World: Volume 1: Analysis*. Paris: OECD.
- OECD. (2009). *PISA 2006 Technical Report*. Paris: OECD.
- OECD. (2011). *What kinds of careers do boys and girls expect for themselves? PISA in focus*. Paris: OECD.
- Ormerod, M. B., & Duckworth, D. (1975). *Pupils' Attitudes to Science*. Slough: NFER.
- Osborne, J. F. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328, 463-466.
- Osborne, J. F., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Osborne, J. F., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards Science: A Review of the Literature and its Implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Rickinson, M. (2001), *Learners and Learning in Environmental Education: A Critical Review of the Evidence*, *Environmental Education Research* 7(3).
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (Eds.). (2003). *Definition and Selection of Key competencies: Executive Summary*. Göttingen, Germany: Hogrefe.
- Schibeci, R. A. (1984). Attitudes to Science: an update. *Studies in Science Education*, 11, 26-59.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (2005). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)*.
- Tai, R. H., Qi Liu, C., Maltese, A. V., & Fan, X. (2006). Planning Early for Careers in Science. *Science*, 312, 1143-1145.



- Taiwan Ministry of Education. (1999). Curriculum outlines for “Nature Science and Living Technology”. Taipei, Taiwan: Ministry of Education.
- UNEP. (2012). 21 Issues for the 21st Century: Result of the UNEP Foresight Process on Emerging Environmental Issues. United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya.
- UNESCO (2003), “UNESCO and the International Decade of Education for Sustainable Development (2005–2015)”, UNESCO International Science, Technology and Environmental Education Newsletter, Vol. XXVIII, no. 1–2, UNESCO, Paris.
- UNESCO (2005) International Implementation Scheme for the UN Decade of Education for Sustainable Development, UNESCO, Paris.
- Weaver, A. (2002), “Determinants of Environmental Attitudes: A Five-Country Comparison”, *International Journal of Sociology*, 32 (1).
- Webb, N. L. (1997). Criteria for alignment of expectations and assessments in mathematics and science education. Washington, DC, Council of Chief State School Officers and National Institute for Science Education Research Monograph.
- Wiliam, D. (2010). What Counts as Evidence of Educational Achievement? The Role of Constructs in the Pursuit of Equity in Assessment. *Review of Research in Education*, 34, 254-284.
- Ziman, J. (1979). *Reliable Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.



УЦОЯО  
вулиця Володимира Винниченка, 5,  
Київ, 02000

ВЕБ-САЙТ: <http://pisa.testportal.gov.ua>  
Е-ПОШТА: [pisa.ukraine@gmail.com](mailto:pisa.ukraine@gmail.com)