

3.2.4. Сертифікаційна робота з фізики

3.2.4.1. Структура та зміст сертифікаційної роботи

Зовнішнє незалежне оцінювання з фізики проведено 11 червня 2018 року. У ньому взяли участь 20 836 осіб (89 % від загальної кількості зареєстрованих).

На виконання сертифікаційної роботи з фізики було відведено 180 хвилин. Кожен учасник тестування отримав індивідуальний комплект тестових матеріалів – зошит із тестовими завданнями і бланк відповідей А.

Завдання для сертифікаційної роботи розроблено відповідно до затвердженої наказом Міністерства освіти і науки України від 03 лютого 2016 року № 77 Програми зовнішнього незалежного оцінювання з фізики для осіб, які бажають здобувати вищу освіту на основі повної загальної середньої освіти.

Кількісний розподіл завдань сертифікаційної роботи за тематичними блоками програми наведено в таблиці 3.2.4.1.1.

Таблиця 3.2.4.1.1

№ з/п	Тематичний блок	Кількість завдань	Частка від загальної кількості завдань (%)
1	Механіка	10	26,3
2	Молекулярна фізика та термодинаміка	8	21,1
3	Електродинаміка	9	23,7
4	Коливання і хвилі. Оптика	7	18,4
5	Квантова фізика. Елементи теорії відносності	4	10,5
Усього		38	100

Сертифікаційна робота містила завдання різних форм, а саме: з вибором однієї правильної відповіді, на встановлення відповідності («логічні пари») та з короткою відповіддю.

Завдання 1–24 – завдання з вибором однієї правильної відповіді. Кожне з них складалося з умови та чотирьох варіантів відповіді, поміж яких правильним був лише один. За правильне виконання завдання цієї форми учасник отримував 1 бал. Якщо ж він надавав неправильну відповідь або не надавав відповіді – 0 балів.

Завдання 24–28 – завдання на встановлення відповідності (утворення «логічних пар»). До кожного завдання цієї форми у двох колонках наведено інформацію, яку позначено цифрами (ліворуч) і літерами (праворуч). Під час виконання завдання необхідно встановити відповідність інформації, довільно розміщеної в цих колонках, але логічно пов'язану між собою. За кожну правильно визначену «логічну пару» учасник отримував 1 бал. Максимальна кількість балів за правильно виконане завдання на встановлення відповідності – 4. За неправильну відповідь або ненадання відповіді – 0 балів.

Завдання 29–38 – завдання відкритої форми з короткою відповіддю. Під час виконання їх до кожного структурованого завдання (29–32) необхідно було записати з дотриманням вимог і правил проміжну та кінцеву відповіді, а до кожного неструктурованого (33–38) – лише кінцеву відповідь. Розв'язання завдань у чернетці

до уваги не брали й не перевіряли. За виконання завдання відкритої форми з короткою відповіддю можна отримати 0, 1 або 2 бали для структурованих завдань; 0 або 2 бали – для неструктурованих завдань.

Кількісний розподіл завдань сертифікаційної роботи за формами наведено в таблиці 3.2.4.1.2.

Таблиця 3.2.4.1.2

Розділ програми	Форма завдання			Усього
	з вибором однієї правильної відповіді	на встановлення відповідності	з короткою відповіддю	
Механіка	6	1	3	10
Молекулярна фізика та термодинаміка	5	1	2	8
Електродинаміка	6	1	2	9
Коливання і хвилі. Оптика	4	1	2	7
Квантова фізика. Елементи теорії відносності	3	–	1	4
Разом	24	4	10	38

Сертифікаційна робота з фізики містила завдання різного типу – якісні, розрахункові, графічні, експериментальні, комбіновані.

Якісні завдання передбачали логічний аналіз відповідних фізичних процесів і явищ на основі загальних фізичних міркувань, можливе оцінювання порядку фізичних величин та співвіднесення їх у відповідних процесах. Відповідь до якісного завдання не потребувала точних кількісних (числових) характеристик.

Розрахункові завдання передбачали використання під час розв’язування функціональних залежностей між основними фізичними величинами (формул), обов’язкове проведення обчислень, здійснення припущень, спрощень й обов’язкове отримання остаточної кількісної відповіді.

Графічні завдання використано для перевірки вмінь аналізувати графіки, схеми, таблиці й за ними визначати числові значення величин, потрібні для подальшого розв’язування, або ж характеризувати розглянуті процеси (явища).

Експериментальні завдання передбачали опрацювання, аналіз, узагальнення або ж конкретизацію результатів експерименту, інформацію про який подано у формі фото або схематичного рисунка.

Для розв’язування комбінованих завдань потрібно було застосувати поняття, закономірності, експериментальні результати з декількох розділів або тем програми зовнішнього незалежного оцінювання з фізики.

Максимальна кількість балів, яку можна було отримати, правильно розв’язавши всі завдання сертифікаційної роботи з фізики, – **60**.

3.2.4.2. Психометричні характеристики сертифікаційної роботи

Статистичні характеристики результатів тестування з фізики наведено в таблиці 3.2.4.2.1.

Таблиця 3.2.4.2.1

Назва характеристики	Кількісне значення
Вибірка ¹	20 836
Максимально можливий бал ²	60
Максимально набраний бал ³	60*
Середнє ⁴	21,82
Мода ⁵	13,00
Медіана ⁶	18,00
Стандартне відхилення ⁷	12,00
Асиметрія ⁸	1,11
Експес ⁹	3,48

* – отримало п'ятнадцять учасників

¹ **Вибірка** – фактична кількість учасників, які проходили зовнішнє незалежне оцінювання з цього навчального предмета.

² **Максимально можливий бал** (*Max*) – бал, який можуть набрати учасники тестування з цього навчального предмета, правильно виконавши всі завдання тесту, та обчислений згідно зі Схемами нарахування балів за виконання завдань сертифікаційних робіт зовнішнього незалежного оцінювання, розробленими Українським центром оцінювання якості освіти та затвердженими відповідним наказом.

³ **Максимально набраний бал** (*max*) – найбільший бал, який фактично набрали учасники тестування з цього навчального предмета та обчислений згідно зі Схемами нарахування балів за виконання завдань сертифікаційних робіт зовнішнього незалежного оцінювання ($max \leq Max$).

⁴ **Середнє** (*Mean* (*M*)) означає, що середній набраний бал для всіх учасників тестування з цього навчального предмета становить певний бал – *M*.

⁵ **Мода** (*Mode* (*Mo*)) означає, що найчастіше в учасників тестування з цього навчального предмета трапляється певний бал, що відповідає найвищому стовпчику гістограми розподілу учасників тестування з цього навчального предмета за кількістю набраних тестових балів, тобто її вершині.

⁶ **Медіана** (*Median* (*Me*)) означає, що кількість учасників тестування з цього навчального предмета, які отримали більше вказаного бала дорівнює кількості учасників, які отримали менше вказаного бала. Медіана розподілу балів – це бал, який розподіляє всіх учасників тестування з цього навчального предмета на дві рівні групи (за кількістю учасників у кожній з них): тих, хто отримав бал більший, ніж вказаний, і тих, хто отримав бал менший, ніж вказаний.

⁷ **Стандартне відхилення** (*Standard Deviation* (*St.Dev.*)) означає, що в середньому величина відхилення бала, отриманого кожним учасником тестування з цього навчального предмета, від середнього (*M*) становить певний бал. Величина *St.Dev.* показує те, наскільки широко тест розподіляє учасників тестування за набраними ними балами. Мале значення *St.Dev.* свідчить, що більшість учасників тестування отримують практично однакову кількість балів. Таке трапляється або коли тестування складає група учасників, що дійсно має дуже близький один до одного рівень підготовки, або коли тест не є якісним і має низьку розподільну здатність. Що більша величина *St.Dev.*, то краще тест розподіляє учасників тестування. Для оцінки якості тесту значення *St.Dev.* порівнюють зі значенням *M*, а також зі стандартною похибкою вимірювання. Тест вважають таким, що має достатню розподільну здатність, якщо значення *St.Dev.* становить >15 % від значення *M*.

⁸ **Асиметрія** (*Skewness* (*Sk*)) – характеристика «перекосу» чи несиметричності «крил» розподілу балів, набраних учасниками тестування з цього навчального предмета. $Sk=0$ свідчить про відсутність асиметрії, що дає змогу робити висновок про нормальність розподілу балів. $Sk>0$ свідчить, що асиметрія є додатною, або лівобічною, тобто в розподілі найчастіше трапляються значення менші *M*. $Sk<0$ свідчить, що асиметрія є від'ємною, або правобічною, тобто в розподілі найчастіше трапляються значення більші *M*. Помітним відхиленням значення *Sk* від 0 вважають $\pm 0,1$ і більше.

⁹ **Експес** (*Kurtosis* (*K*)) – характеристика «гостроверхості» графіка розподілу балів, набраних учасниками тестування з цього навчального предмета, порівняно з графіком нормального розподілу (розподілу Гаусса), що має такі ж значення середнього та стандартного відхилення. $K=0$ свідчить, що експес відсутній, а крива розподілу балів не «гостріша» і не «плоскіша» за Гауссовську, тобто відповідає нормальному розподілу. $K>0$ свідчить, що експес додатний, а крива розподілу має вищу та «гострішу» вершину, ніж крива нормального (Гауссовського) розподілу. $K<0$ свідчить, що експес від'ємний, а крива розподілу має нижчу та «плоскішу» вершину, ніж крива нормального (Гауссовського) розподілу.

Назва характеристики	Кількісне значення
Складність тесту ¹⁰	36,04
Розподільна здатність тесту ¹¹	46,34
Надійність тесту ¹²	0,90
Стандартна похибка вимірювання ¹³	3,76

¹⁰ **Складність тесту** – середнє арифметичне значень показників складності (*P-value*) усіх завдань тесту з цього навчального предмета.

У таблиці наведено інтервали значень складності та характеристику тесту.

Інтервал значення P-value	Характеристика тесту
> 80 %	тест дуже легкий
60 – 79 %	тест легкий
40 – 59 %	тест оптимальний
21 – 39 %	тест складний
≤ 20 %	тест дуже складний

¹¹ **Розподільна здатність тесту** – середнє арифметичне значень показників розподільної здатності (*D-index*) усіх завдань тесту з цього навчального предмета.

У таблиці наведено інтервали значень розподільної здатності та характеристику тесту.

Інтервал значення D-index	Характеристика тесту
41 – 100 %	тест з дуже хорошою розподільною здатністю
31 – 40 %	тест з хорошою розподільною здатністю
21 – 30 %	тест з середньою розподільною здатністю
≤ 20 %	тест з низькою розподільною здатністю

¹² **Надійність тесту** (*Reliability*) – характеристика, що відображає ступінь стійкості результатів тесту до дій сторонніх випадкових факторів; ступінь узгодженості результатів виконання тесту, отриманих під час первинного та повторного його застосування тими ж самими учасниками тестування в різні моменти часу.

Надійність тесту, як правило, оцінюють за характеристикою внутрішньої узгодженості завдань тесту з відповідного навчального предмета. Внутрішня узгодженість відображає, наскільки похибки, що вносяться в процес вимірювання окремими завданнями, компенсують одна одну чи, навпаки, підсилюють одна одну.

Загальноживаним показником надійності тесту є коефіцієнт Альфа Кронбаха (*Cronbach's alpha*). Референсними є значення Альфи $\geq 0,75$. Тестування, у яких Альфа Кронбаха виявилася більшою від 0,75, слід вважати надійними. Що більшим є значення Альфи, то надійнішим, стійкішим є результат тестування стосовно впливу сторонніх випадкових факторів, які не є об'єктами вимірювання, і тим меншою є похибка вимірювання.

У таблиці наведено інтервали значень коефіцієнта Альфа Кронбаха та характеристика надійності тесту як інструменту вимірювання.

Інтервал значення Cronbach's alpha	Характеристика тесту
0,90 – 0,99	тест є відмінним інструментом вимірювання
0,85 – 0,89	тест є дуже хорошим інструментом вимірювання
0,80 – 0,84	тест є хорошим інструментом вимірювання
0,75 – 0,79	тест є задовільним інструментом вимірювання
< 0,75	тест є малозадовільним інструментом вимірювання

¹³ **Стандартна похибка вимірювання** (*Standard Error of Measurement (SEM)*) – статистичний показник, що відображає ступінь точності вимірювання та виражається в балах і залежить від надійності тесту та стандартного відхилення.

Задовільною є якість тесту, у якого величина $SEM < 1/2$ від величини *St.Dev*.

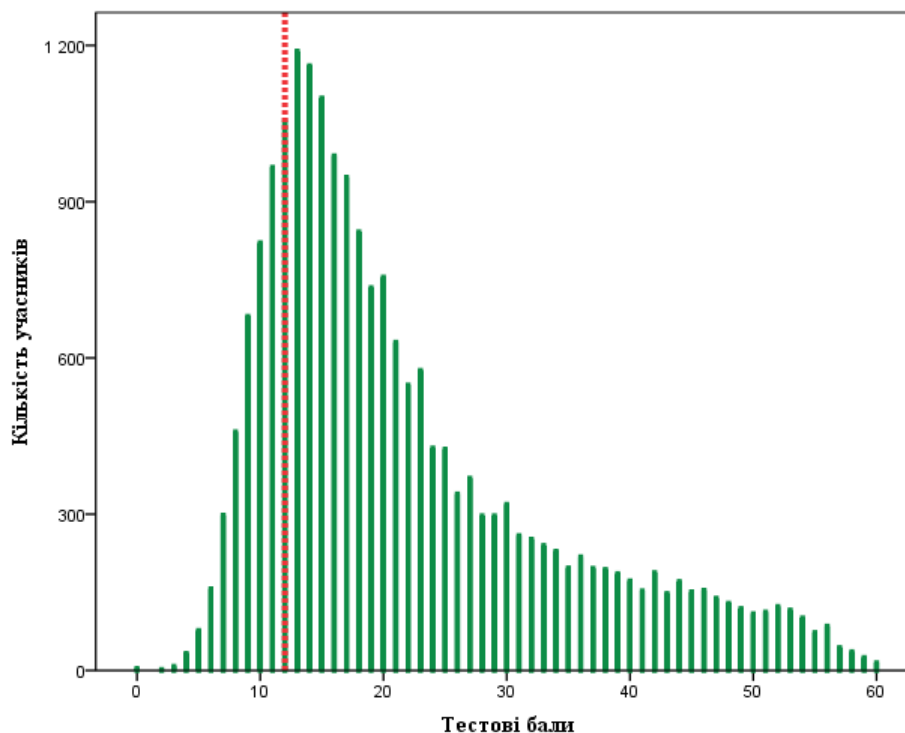
На основі стандартної похибки вимірювання будують довірчий інтервал (*Confidence Interval*):

– для близько 68 % упевненості, що оцінка учасника тестування знаходиться всередині цього інтервалу, він становить $\pm 1 \cdot SEM$;

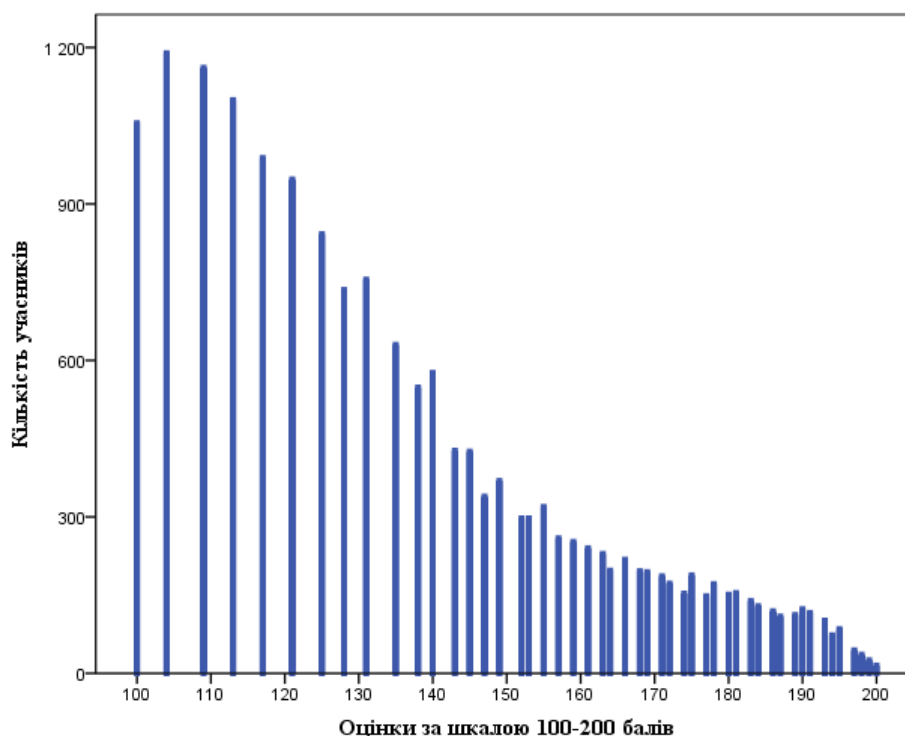
– для близько 95 % упевненості, що оцінка учасника тестування знаходиться всередині цього інтервалу, він становить $\pm 2 \cdot SEM$.

Що вужчим є діапазон *SEM*, то більшою є впевненість, що тестовий бал представляє реальний стан успішності окремого учасника тестування з цього навчального предмета.

На діаграмах 3.2.4.2.1–3.2.4.2.3 показано розподіл учасників тестування з фізики за кількістю набраних тестових балів та отриманих рейтингових оцінок за шкалою 100–200 балів.

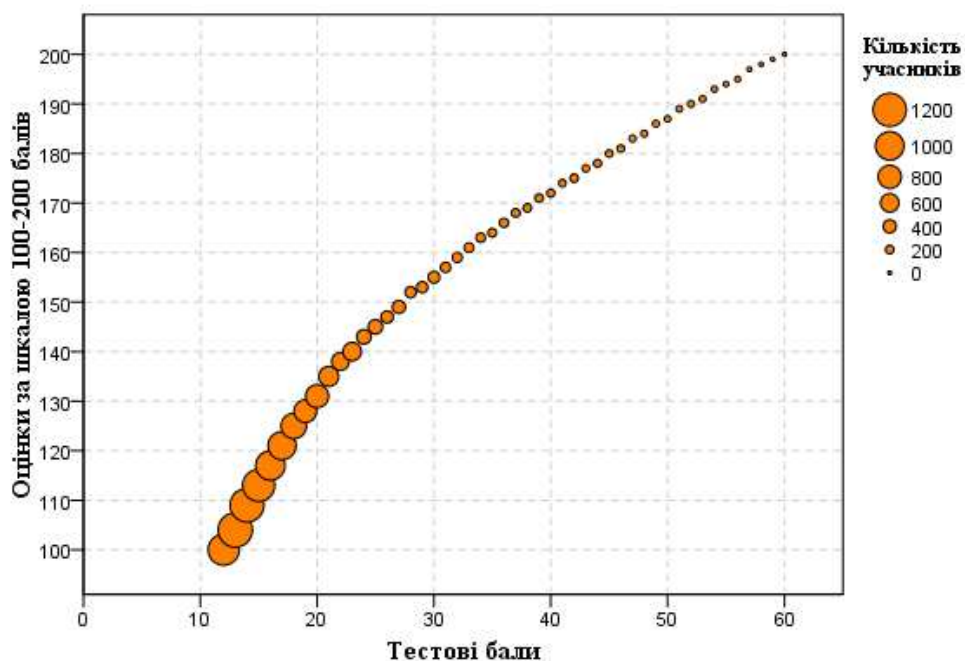


Діаграма 3.2.4.2.1. Розподіл учасників тестування з фізики за кількістю набраних тестових балів¹⁴



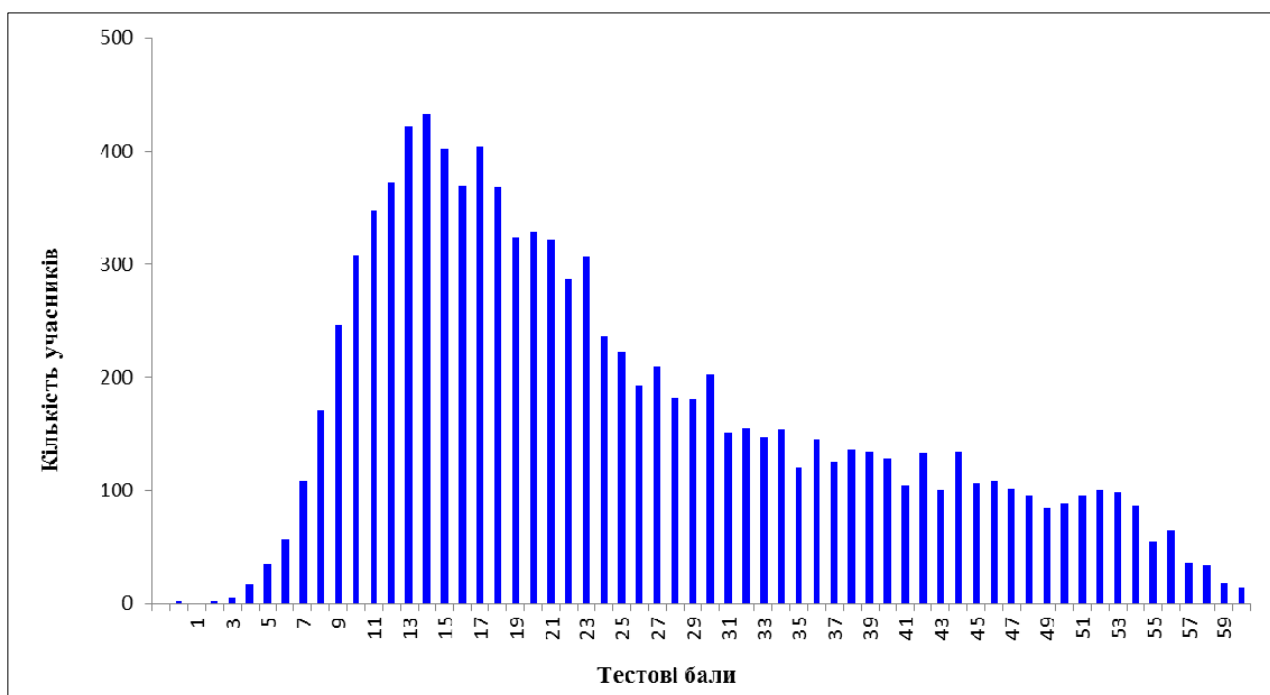
Діаграма 3.2.4.2.2. Розподіл учасників тестування з фізики за кількістю отриманих рейтингових оцінок за шкалою 100–200 балів

¹⁴ Червоною пунктирною лінією на діаграмі 3.2.4.2.1 позначено поріг «склав / не склав» (12 балів), установлений експертною комісією з питань визначення результатів зовнішнього незалежного оцінювання, що використовуються під час прийому до навчальних закладів, при Українському центрі оцінювання якості освіти.

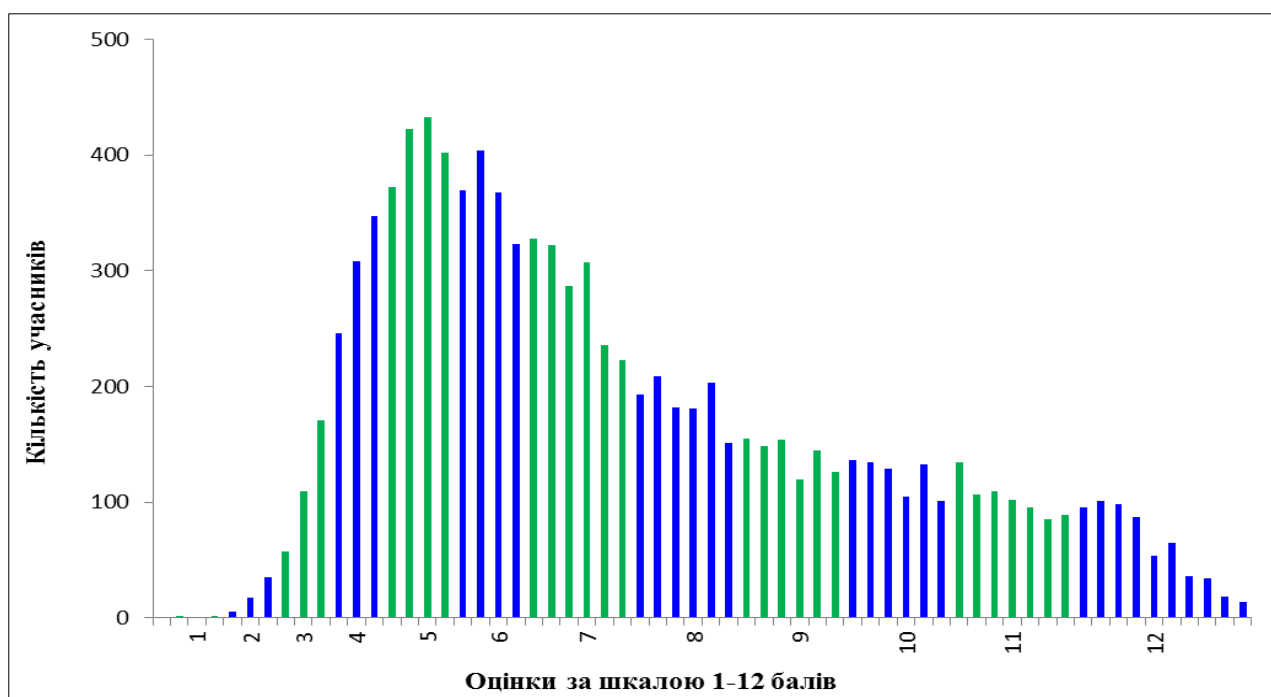


Діаграма 3.2.4.2.3. Розподіл учасників тестування з фізики за кількістю набраних тестових балів та отриманих рейтингових оцінок за шкалою 100–200 балів

На діаграмах 3.2.4.2.4 і 3.2.4.2.5 показано розподіл учасників тестування (випускники закладів загальної середньої освіти 2018 року) з фізики за кількістю набраних тестових балів й отриманих оцінок рівнів навчальних досягнень (за шкалою 1–12 балів) за виконання завдань тесту з фізики.



Діаграма 3.2.4.2.4. Розподіл учасників тестування (випускники закладів загальної середньої освіти 2018 року) з фізики за кількістю набраних тестових балів за виконання завдань тесту з фізики



Діаграма 3.2.4.2.5. Розподіл учасників тестування (випускники закладів загальної середньої освіти 2018 року) з фізики за кількістю отриманих оцінок рівнів навчальних досягнень (за шкалою 1–12 балів) за виконання завдань тесту з фізики¹⁵

На діаграмах 3.2.4.2.6 і 3.2.4.2.7 показано розподіл тестових завдань з фізики за складністю¹⁶ та розподільною здатністю¹⁷.

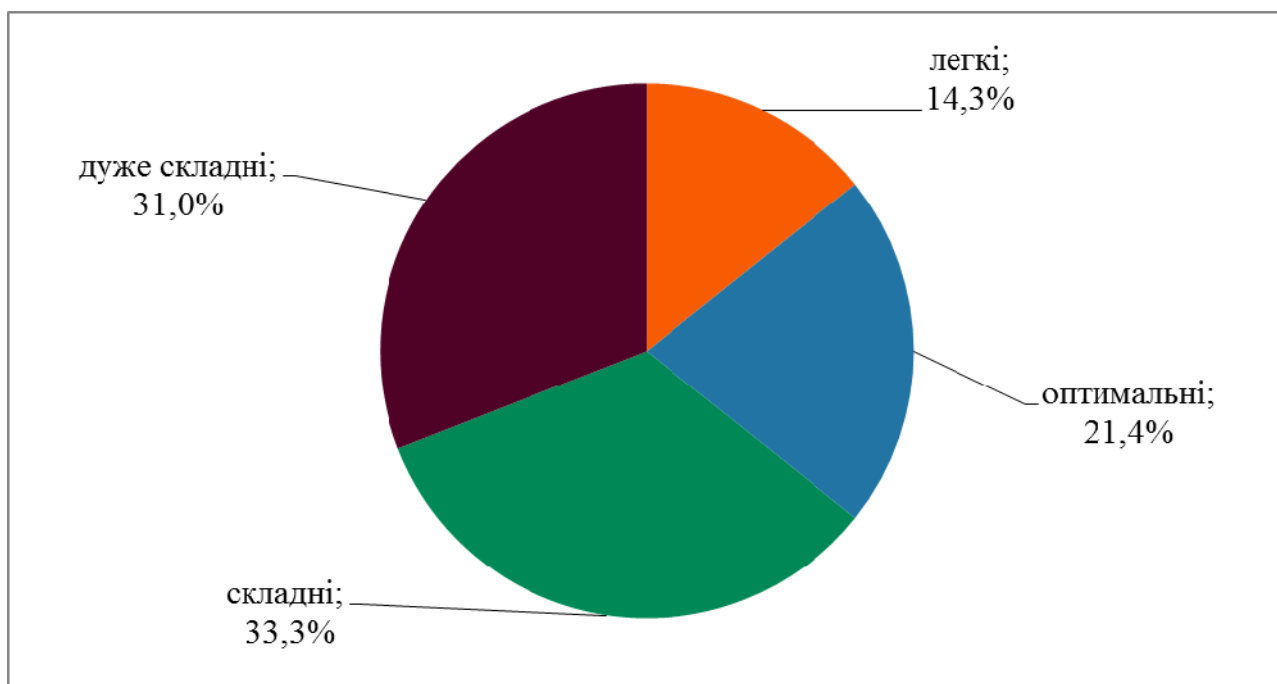
¹⁵ Таблицю відповідності тестових балів оцінкам рівнів навчальних досягнень (за шкалою 1–12 балів) розроблено з урахуванням Критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів (вихованців) у системі загальної середньої освіти та ухвалено експертною комісією з питань визначення результатів зовнішнього незалежного оцінювання, що використовуються як державна підсумкова атестація, при Українському центрі оцінювання якості освіти.

¹⁶ **Складність тестового завдання (*P-value*)** – показник успішності виконання цього завдання учасниками тестування. Визначають як відношення (у відсотках) кількості балів, набраних усіма учасниками за виконання цього завдання, до максимальної кількості балів, яку вони могли б отримати за його виконання. У таблиці наведено інтервали значень складності та характеристику тестового завдання.

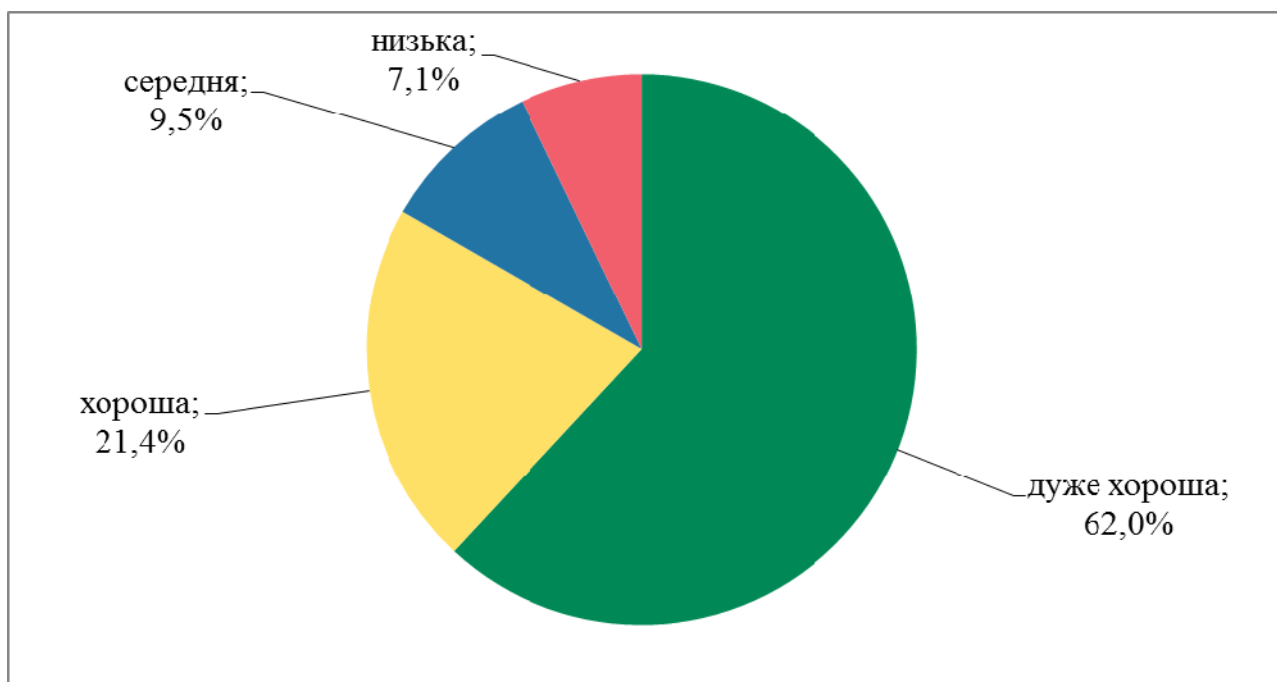
Інтервал значення <i>P-value</i>	Характеристика завдання
> 80 %	дуже легке
60 – 79 %	легке
40 – 59 %	оптимальне
21 – 39 %	складне
≤ 20 %	дуже складне

¹⁷ **Розподільна здатність (дискримінативність) тестового завдання (*D-index*)** – здатність тестового завдання відділяти учасників тестування з різним рівнем навчальних досягнень. Дискримінативність завдання визначають як різницю складності завдання для сильної та слабкої (добре і погано підготовленої) груп учасників тестування. У таблиці наведено інтервали значень розподільної здатності та характеристику дискримінативності тестового завдання.

Інтервал значення <i>D-index</i>	Характеристика дискримінативності завдання
41 – 100 %	дуже хороша
31 – 40 %	хороша
21 – 30 %	середня
≤ 20 %	низька



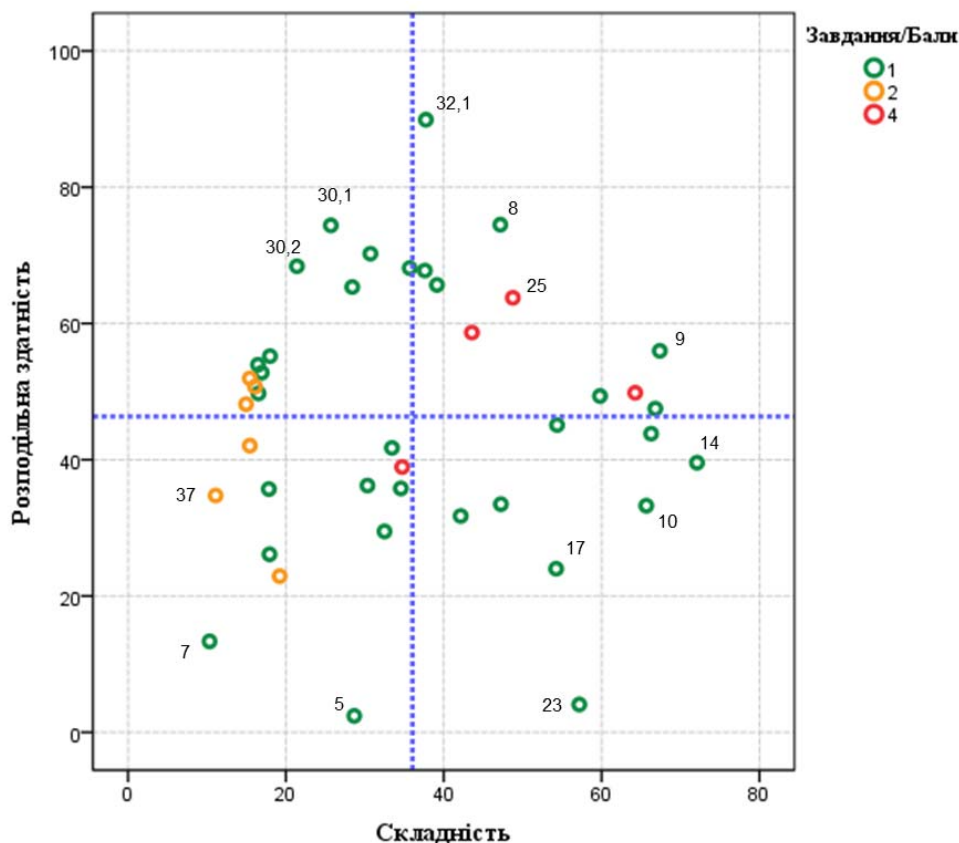
Діаграма 3.2.4.2.6. Розподіл тестових завдань з фізики за складністю



Діаграма 3.2.4.2.7. Розподіл тестових завдань з фізики за розподільною здатністю

На точковій діаграмі¹⁸ 3.2.4.2.8 показано розподіл (розсіювання) тестових завдань з фізики за складністю та розподільною здатністю відповідно до їхніх систем оцінювання.

¹⁸ **Точкова діаграма** (діаграма розсіювання) – один із типів математичних діаграм, що використовують для відображення в декартовій системі координат значень двох змінних для набору даних. Дані (тестові завдання) показано у вигляді набору точок, кожна з яких має значення однієї змінної (показника складності), що визначає її положення на горизонтальній осі, та значення іншої змінної (показника розподільної здатності), що визначає її положення на вертикальній осі.



Діаграма 3.2.4.2.8. Розподіл (розсіювання) тестових завдань з фізики за складністю та розподільною здатністю¹⁹

На діаграмі 3.2.4.2.9 показано розподіл (розсіювання) тестових завдань з фізики за показником (коефіцієнтом) кореляції²⁰.

¹⁹ Зеленим кольором на діаграмі позначено тестові завдання, які оцінювали в 0 або 1 бал, у тому числі й структуровані відкриті завдання з короткою відповіддю 29 (29.1, 29.2), 30 (30.1, 30.2), 31 (31.1, 31.2), 32 (32.1, 32.2); жовтим – неструктуровані відкриті завдання з короткою відповіддю 27–34, які оцінювали в 0 або 2 бали; червоним – завдання, які оцінювали в 0, 1, 2, 3 або 4 бали. Вертикальною пунктирною лінією позначено середню складність тесту, горизонтальною пунктирною лінією – середню розподільну здатність тесту.

²⁰ **Кореляція тестового завдання (Correlation)** – зв'язок між результатами виконання певного завдання тесту учасником тестування та загальним балом, отриманим ним за весь тест, – обчислюють у вигляді коефіцієнта:

– Rit (Item-Test Correlation) – зв'язок між результатом виконання певного завдання тесту учасником тестування та загальним балом, отриманим ним за весь тест, **ураховуючи бал** за виконання цього завдання;

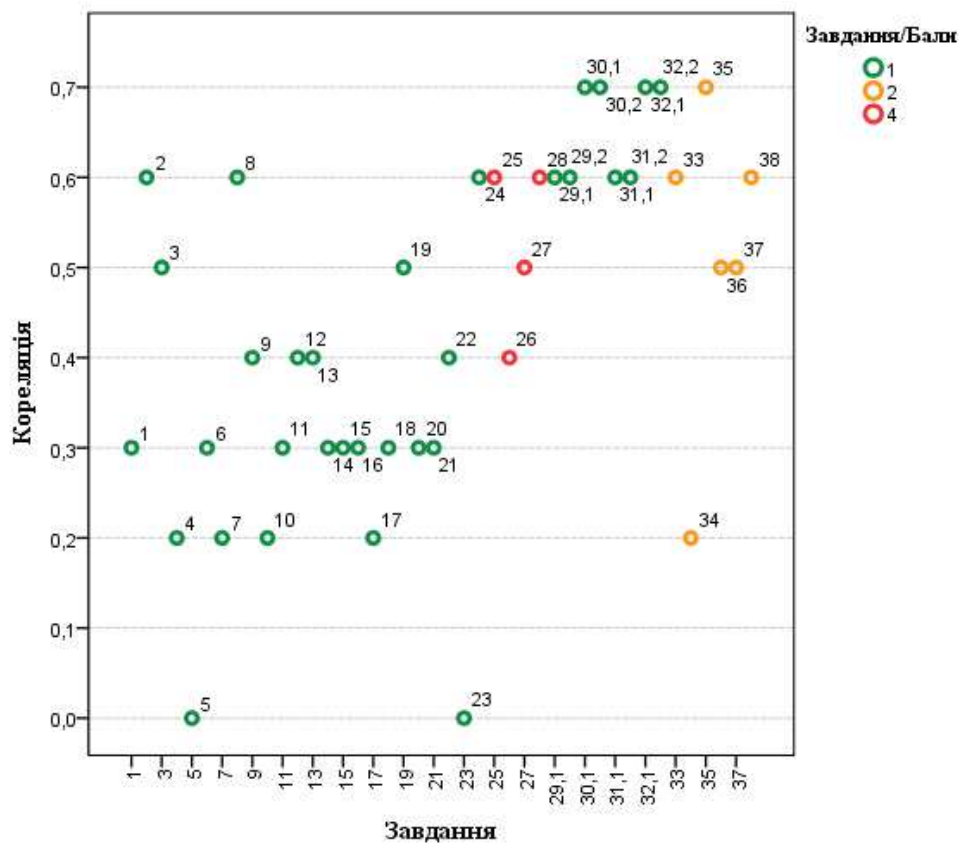
– Rir (Item-Rest Correlation) – зв'язок між результатом виконання певного завдання тесту учасником тестування та загальним балом, отриманим ним за весь тест, **не враховуючи бал** за виконання цього завдання.

Що сильніший зв'язок, то вищим є коефіцієнт кореляції, і тим більшою є розподільна здатність завдання.

Значення коефіцієнта кореляції належить інтервалу [-1;1], тобто варіюється від 0 (випадковий зв'язок) до 1 (абсолютний лінійний зв'язок) або -1 (абсолютний негативний лінійний зв'язок).

У таблиці наведено інтервали значень коефіцієнта кореляції та інтерпретація розподільної здатності завдання.

Інтервали значень показника Rit	Інтерпретація розподільної здатності
> 0,25 – 1	висока
> 0,2 – 0,24	прийнятна
-1 – 0,19	низька



Діаграма 3.2.4.2.9. Розподіл (розсіювання) тестових завдань з фізики за показником (коефіцієнтом) кореляції²¹

²¹ Зеленим кольором на діаграмі позначено тестові завдання, які оцінювали в 0 або 1 бал, у тому числі й структуровані відкриті завдання з короткою відповіддю 29 (29.1, 29.2), 30 (30.1, 30.2), 31 (31.1, 31.2), 32 (32.1, 32.2); жовтим – неструктуровані відкриті завдання з короткою відповіддю 27–34, які оцінювали в 0 або 2 бали; червоним – завдання, які оцінювали в 0, 1, 2, 3 або 4 бали.

3.2.4.3. Психометричні характеристики завдань сертифікаційної роботи

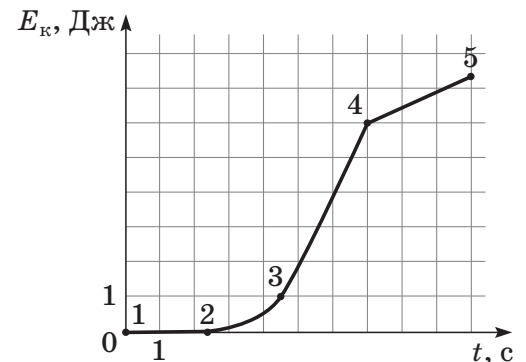
1. Визначте швидкість винищувача відносно палуби авіаносця в момент злету з носа корабля, якщо авіаносець рухається зі швидкістю 8 м/с відносно берега, а винищувач рухається відносно берега горизонтально зі швидкістю 70 м/с.

А	Б	В	Г
39 м/с	62 м/с	70 м/с	78 м/с

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
Б	4,1	66,8	9,3	19,7	0,1	66,8	47,5	0,3

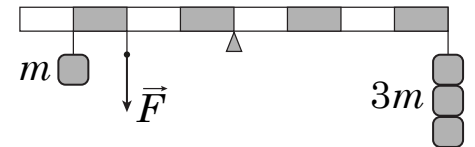
2. На рисунку зображено графік залежності кінетичної енергії E_k тіла від часу t . Укажіть, на якій ділянці рух тіла рівноприскорений.

А	Б	В	Г
1–2	2–3	3–4	4–5



Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
Б	22,7	35,7	27,8	13,7	0,1	35,7	68,1	0,6

3. На рисунку зображено важіль, до якого підвішено тягарці масою (m) 100 г кожний. Якою є сила натягу нитки \vec{F} , якщо важіль перебуває в рівновазі? Уважайте, що прискорення вільного падіння дорівнює 10 м/с^2 .



А	Б	В	Г
3,5 Н	4 Н	4,5 Н	5 Н





Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
В	16,3	34,7	39,1	9,7	0,2	39,1	65,7	0,5

4. Під час якого процесу загальна потенціальна енергія системи зменшується?

- А космічний корабель віддаляється від поверхні Землі
- Б контейнер піднімають на борт судна
- В м'яч, який занурили у воду й відпустили, спливає
- Г спортсмен натягує тятиву лука

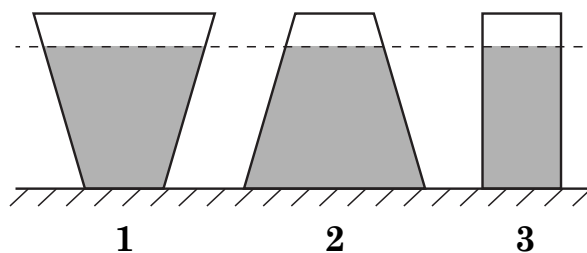
Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
В	32,2	11,2	42,1	14,4	0,1	42,1	31,7	0,2

5. Кулька, що рухалася зліва направо зі швидкістю 10 м/с, зіткнулася з такою самою нерухомою кулькою. На рисунках наведено можливі напрямки та модулі швидкості руху кульок після зіткнення. Який з рисунків відповідає результату пружного зіткнення?

А	Б	В	Г
10 м/с ← $v = 0$ 	5 м/с → 5 м/с → 	5 м/с ← 5 м/с → 	$v = 0$ 10 м/с → 

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
Г	3,8	25,9	41,5	28,7	0,1	28,7	2,4	0,0

6. У три посудини налили однакову рідину (див. рисунок). Тиск рідини на дно буде



- А однаковий у всіх посудинах
- Б найбільший у посудині 1
- В найбільший у посудині 2
- Г найменший у посудині 3

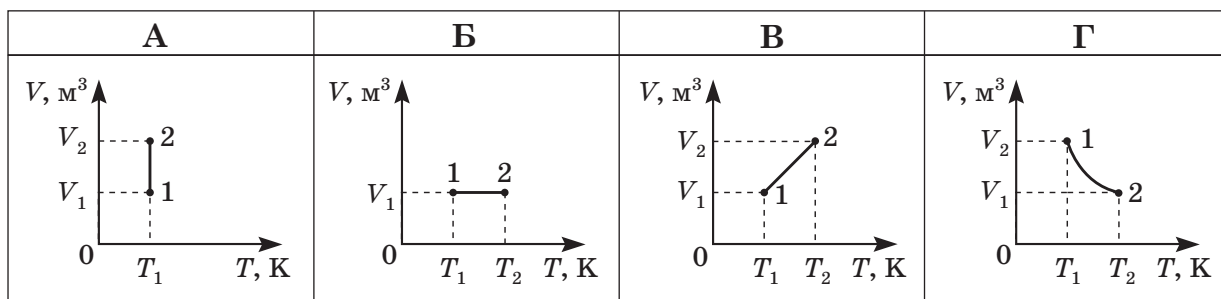
Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
А	32,5	47,0	12,5	7,9	0,1	32,5	29,5	0,3

7. Унаслідок нагрівання абсолютна температура ідеального газу в герметично закритій посудині збільшилася від 250 К до 1000 К. У скільки разів збільшилася кількість зіткнень молекул газу зі стінками посудини за 1 с?

А	Б	В	Г
у 2 рази	у 4 рази	у 8 разів	у 16 разів

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
А	10,3	65,3	11,7	12,4	0,3	10,3	13,4	0,2

8. Який з наведених графіків залежності об'єму V від абсолютної температури T відповідає ізотермічному процесу з ідеальним газом незмінної маси?



Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
А	47,2	14,4	25,5	12,8	0,1	47,2	74,5	0,6

9. Укажіть назву вимірювального приладу, принцип дії якого ґрунтується на процесі випаровування рідини, що зумовлює зниження температури.



Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
Б	13,6	67,4	17,7	1,2	0,1	67,4	56,0	0,4

10. Зміст якого поняття розкриває визначення: *кількість молекул, що вилітають з вільної поверхні рідини за одиницю часу, дорівнює кількості молекул, які повертаються в рідину за той самий час?*

- А точка роси
- Б відносна вологість повітря
- В абсолютна вологість повітря
- Г динамічна рівновага рідини та її пари

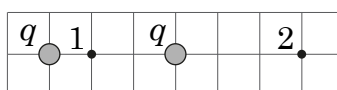
Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
Г	11,5	8,5	14,3	65,7	0,0	65,7	33,3	0,2

11. Визначте, що треба змінити, щоб рівень води в скляному капілярі, зануреному одним кінцем у посудину з водою, став вищим.

- А додати у воду трохи мила
- Б збільшити температуру
- В узяти ширшу посудину
- Г узяти тонший капіляр

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
Г	15,8	22,8	6,9	54,4	0,1	54,4	45,1	0,3

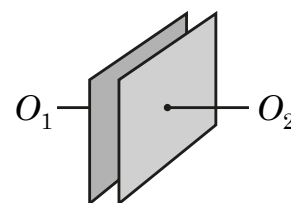
12. На рисунку зображено два однакові точкові заряди q . Укажіть рівність, яка встановлює правильне співвідношення між модулями напруженості E_1 та E_2 електростатичного поля в точках 1 і 2 (див. рисунок).



А	Б	В	Г
$E_1 = 5,4E_2$	$E_1 = 2,25E_2$	$E_1 = 1,5E_2$	$E_1 = 1,25E_2$

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
А	17,9	32,5	36,2	13,0	0,4	17,9	26,1	0,4

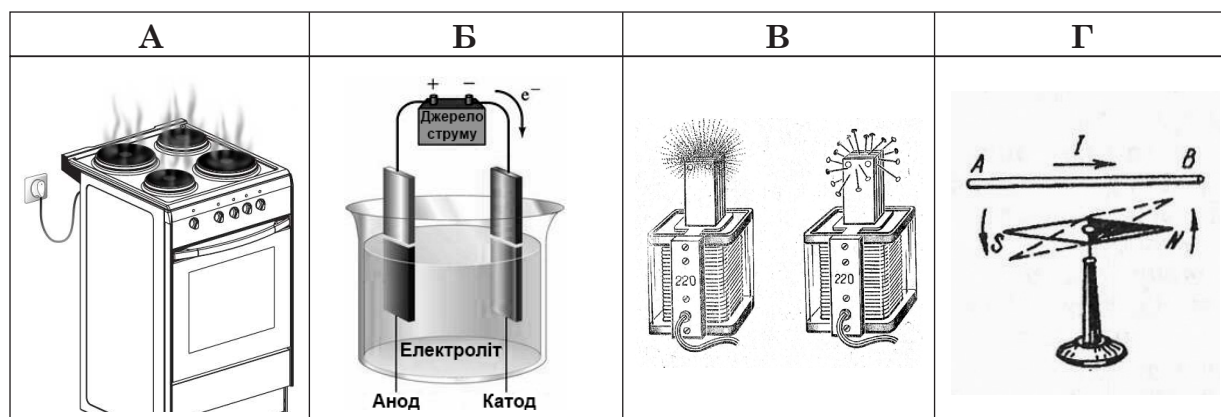
13. Обкладками плоского повітряного конденсатора, зображеного на рисунку, є дві квадратні металеві пластини. У який спосіб можна збільшити електричну ємність цього конденсатора?



- А змістити одну з пластин трохи вгору
- Б зменшити відстань між пластинами
- В повернути одну з пластин на 45° навколо осі O_1O_2
- Г збільшити відстань між пластинами

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
Б	2,9	59,8	6,7	30,6	0,0	59,8	49,3	0,4

14. Який з рисунків ілюструє теплову дію струму?



Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
А	72,1	21,4	5,6	0,9	0,0	72,1	39,6	0,3

15. Лінії магнітної індукції однорідного магнітного поля вертикальні. Як має рухатися електрон, щоб його траєкторія була прямолінійною?

- А у горизонтальному напрямку
- Б під кутом 45° до горизонту
- В під кутом 60° до горизонту
- Г у вертикальному напрямку

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
Г	32,7	12,3	7,6	47,2	0,2	47,2	33,5	0,3

16. Укажіть елемент електричного кола, у якому обов'язково діють сторонні сили.

- А резистор
- Б амперметр
- В джерело струму
- Г вимикач

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
В	20,3	11,5	30,3	37,8	0,1	30,3	36,2	0,4

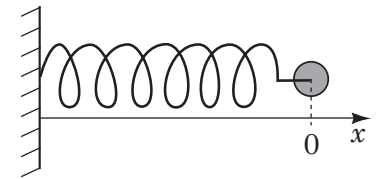
17. Яка фізична величина характеризує силову дію магнітного поля?

- А магнітна індукція
- Б індуктивність
- В магнітний потік
- Г магнітна проникність

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
А	54,2	16,4	21,3	8,0	0,1	54,2	24,0	0,2

18. Під час незатухаючих горизонтальних коливань тіла на пружині внаслідок її стискання зменшується

- А кінетична енергія тіла
- Б потенціальна енергія пружини
- В модуль прискорення тіла
- Г модуль сили пружності



$x = 0$ – відповідає положенню рівноваги

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
А	34,6	30,3	15,3	19,6	0,2	34,6	35,8	0,3

19. Глибину моря під кораблем вимірюють за допомогою ехолота. Визначте глибину моря під кораблем, якщо час від моменту посилання ультразвуку до моменту його прийняття становить 0,6 с. Швидкість звуку в морській воді дорівнює 1400 м/с.

А	Б	В	Г
1680 м	1167 м	840 м	420 м

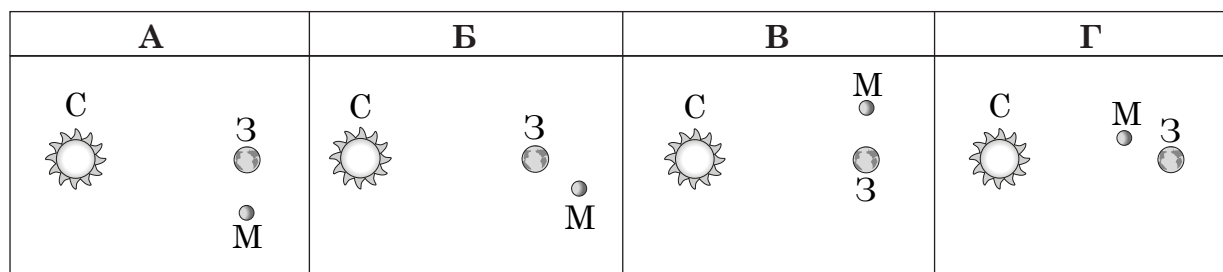
Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
Г	5,3	7,6	49,3	37,6	0,2	37,6	67,8	0,6

20. Кількість витків у вторинній обмотці трансформатора в n разів більша, ніж у первинній обмотці. Цей трансформатор підвищує приблизно в n разів

- А амплітудне значення напруги змінного струму
- Б частоту змінного струму
- В амплітудне значення сили змінного струму
- Г потужність змінного струму

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
А	33,4	18,4	16,5	31,3	0,4	33,4	41,7	0,4

21. За якого взаємного розташування Землі (З), Сонця (С) та Місяця (М) спостерігають повний місяць? На рисунках не дотримано масштабу.



Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
Б	4,0	66,3	7,1	22,5	0,1	66,3	43,8	0,3

22. У великому адронному колайдері два ядра Плюмбуму рухаються назустріч одне одному зі швидкостями $0,5c$, де c – швидкість світла у вакуумі. Із якою швидкістю одне ядро рухається відносно іншого?

А	Б	В	Г
$0,5c$	$0,6c$	$0,8c$	c

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
В	24,5	5,4	17,8	52,1	0,2	17,8	35,7	0,5

23. Зелене світло опромінює катод фотоелемента, унаслідок чого з катода щосекунди вилітають електрони кількістю N_0 . Скільки електронів вилітатиме щосекунди, якщо потужність джерела світла зменшити вдвічі?

А	Б	В	Г
N_0	$\frac{\sqrt{2}}{2}N_0$	$\frac{1}{2}N_0$	$\frac{1}{4}N_0$

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
В	11,9	14,3	57,2	16,1	0,5	57,2	4,1	0,0

24. Період піврозпаду Радію становить 1600 років. Через скільки років відбудеться розпад 75 % початкової кількості радіоактивних ядер Радію?

А	Б	В	Г
400 років	1200 років	2400 років	3200 років

Ключ	Відповіді учасників (%)				Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г				
Г	5,1	31,0	34,9	28,4	0,6	28,4	65,3	0,6

25. Установіть відповідність між рухом тіла (1–4) та напрямком прискорення (А – Д). Опір повітря не враховуйте.

1 рух снаряда перед падінням на землю	А протилежно до напрямку швидкості руху
2 рух кінця годинникової стрілки	Б під тупим кутом до напрямку швидкості руху
3 рух снаряда в каналі ствола гармати	В у напрямку швидкості руху
4 рух катера після вимикання двигуна	Г під гострим кутом до напрямку швидкості руху
	Д під прямим кутом до напрямку швидкості руху

Ключ	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів					Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	1	2	3	4			
ГДВА	19,5	23,8	21,8	11,8	23,1	48,8	63,8	0,6

26. Установіть відповідність між математичним виразом (1–4), який визначає зміст фізичної величини, та назвою приладу (А – Д), за допомогою якого вимірюють цю величину. Позначення: s – шлях, t – час, ρ – густина, g – прискорення вільного падіння, h – висота стовпчика рідини, ρ_n – густина насиченої пари, m – маса.

- | | | | |
|---|------------------------------------|---|-------------|
| 1 | $\frac{s}{t}$ | А | манометр |
| 2 | ρgh | Б | динамометр |
| 3 | $\frac{\rho}{\rho_n} \cdot 100 \%$ | В | спідометр |
| 4 | mg | Г | гігрометр |
| | | Д | електрометр |

Ключ	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів					Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	1	2	3	4			
ВАГБ	6,5	14,6	34,7	3,8	40,4	64,3	49,8	0,4

27. Установіть відповідність між прикладом вияву світлового явища (1–4) та властивістю світла (А – Д), завдяки якій відбувається це явище.

- | | | | |
|---|---|---|---------------|
| 1 | утворення кольорових смуг на плівці бензину, що розпливлася на асфальті | А | розсіювання |
| 2 | утворення ореолу навколо електричних ліхтарів під час туману | Б | поляризація |
| 3 | утворення кольорового спектра після проходження світла крізь тригранну призму | В | інтерференція |
| 4 | створення ефекту об'ємного зображення в стереоскопічному кіно | Г | дифракція |
| | | Д | дисперсія |

Ключ	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів					Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	1	2	3	4			
ВАДБ	26,8	32,1	23,5	10,7	6,9	34,7	38,9	0,5

28. Установіть відповідність між назвою випромінювання (1–4) та його природою (А – Д).

- 1 альфа-промені
- 2 бета-промені
- 3 гамма-промені
- 4 світлове випромінювання

- А фотони, що виникають унаслідок ядерних реакцій
- Б швидкі електрони
- В ядра атомів Гелію
- Г фотони, що утворюються внаслідок хімічних реакцій
- Д нейтрони

Ключ	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів					Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	1	2	3	4			
ВБАГ	23,5	23,9	25,5	9,3	17,8	43,6	58,7	0,6

29. Проаналізуйте наведені в таблиці результати дослідження залежності довжини пружини l від прикладеної до неї розтягувальної сили F .

№ досліду	F , Н	l , см
1	3	10
2	5	11

1. Визначте коефіцієнт жорсткості пружини. Відповідь запишіть у ньютонках на метр (Н/м).

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	1			
200	83,1	16,9	16,9	52,8	0,6

2. Визначте довжину недеформованої пружини. Відповідь запишіть у сантиметрах (см).

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	1			
8,5	69,3	30,7	30,7	70,2	0,6

30. Газовий котел нагріває за хвилину воду об'ємом 10 л на 45 °С. Потужність котла дорівнює 35 кВт. Уважайте, що питома теплоємність води становить 4200 Дж/(кг · К), густина води – 1000 кг/м³.

1. Визначте кількість теплоти, отриману водою.
Відповідь запишіть у кілоджоулях (кДж).

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	1			
1890	74,3	25,7	25,7	74,4	0,7

2. Визначте ККД (коефіцієнт корисної дії) газового котла.
Відповідь запишіть у відсотках (%).

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	1			
90	78,6	21,4	21,4	68,4	0,7

31. Спіраль електричного нагрівника вкоротили на 20 %. Напругу в мережі вважайте сталою, залежність електричного опору від температури не враховуйте.

1. У скільки разів зменшився опір спіралі електричного нагрівника?

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	1			
1,25	82,0	18,0	18,0	55,2	0,6

2. На скільки відсотків збільшилася потужність цього нагрівника?

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	1			
25	83,5	16,5	16,5	49,7	0,6

32. Частота вільних електромагнітних коливань у контурі дорівнює 1 кГц.

1. Визначте період електромагнітних коливань у контурі.

Відповідь запишіть у секундах (с).

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	1			
0,001	62,3	37,7	37,7	89,9	0,7

2. Визначте, скільки разів щосекунди сила струму в котушці індуктивності дорівнює нулю.

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	1			
2000	83,5	16,5	16,5	53,9	0,7

33. Електровоз рухається рівномірно по горизонтальній прямолінійній ділянці залізниці й тягне вагони загальною масою $2 \cdot 10^6$ кг із силою 500 кН. З яким прискоренням рухатиметься потяг, якщо сила, з якою електровоз тягне вагони, збільшиться до 600 кН?

Відповідь запишіть у метрах за секунду у квадраті (м/с^2).

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	2			
0,05	85,0	15,0	15,0	48,2	0,6

34. На нерозтяжній легкій нитці довжиною 50 см висить кулька. Яку мінімальну швидкість потрібно надати кульці в горизонтальному напрямку, щоб вона зробила повний оберт по колу у вертикальній площині? Уважайте, що прискорення вільного падіння дорівнює 10 м/с^2 . Опором повітря й розміром кульки знехтуйте.

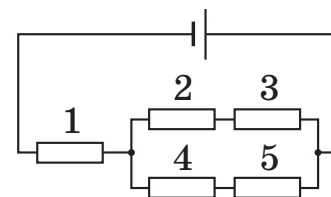
Відповідь запишіть у метрах за секунду (м/с).

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	2			
5	80,8	19,2	19,2	22,9	0,2

35. Нагріту монету поклали на лід, у який вона повністю занурилася. Визначте, за якої мінімальної температури монети це могло відбутися. Температура льоду до того, як на нього поклали монету, становила $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Густина сплаву, з якого виготовлено монету, дорівнює $9,0\text{ г/см}^3$, його питома теплоємність – $220\text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$. Густина льоду становить 900 кг/м^3 , питома теплота плавлення льоду – 330 кДж/кг . Втрати тепла не враховуйте. Відповідь запишіть у градусах Цельсія ($^{\circ}\text{C}$).

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	2			
150	84,6	15,4	15,4	51,9	0,7

36. Усі резистори в зображеному на рисунку електричному колі однакові. Визначте відношення напруги на полюсах джерела струму до напруги на резисторі 5.



Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	2			
4	84,6	15,4	15,4	42,1	0,5

37. У середині камери Вільсона розмістили стрічку з фольги. Радіус трека частинки після проходження крізь фольгу зменшився у 2 рази. Яку частину кінетичної енергії втратила частинка, коли проходила крізь фольгу? Відповідь запишіть у відсотках (%).

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	2			
75	88,9	11,1	11,1	34,8	0,5

38. Предмет розташовано на відстані 1 м від тонкої розсіювальної лінзи з оптичною силою -4 дптр . Визначте відстань від лінзи до уявного зображення предмета. Відповідь запишіть у сантиметрах (см).

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	2			
20	83,9	16,1	16,1	50,7	0,6

3.2.4.4. Загальні висновки щодо результатів виконання завдань сертифікаційної роботи

Аналіз результатів зовнішнього незалежного оцінювання з фізики 2018 року показав, що тест був заважким для більшості тестованих – середня складність виконання завдань – 36,1 %; середнє значення балів учасників тестування на кривій розподілу зсунуте ліворуч – 21,8 балів за максимально можливого бала 60, асиметрія 1,1.

Найуспішніше учасники зовнішнього незалежного оцінювання впоралися із завданнями на встановлення відповідності (за типом це якісні завдання, що не потребують розрахунків) – 47,8 %. Середнє значення розподільної здатності завдань на «логічні пари» – 52,8 %.

Правильно виконали завдання з вибором однієї правильної відповіді в середньому 43,6 % учасників тестування. Середня розподільна здатність завдань цієї форми – 40,4 %. Найменшою була частка виконання завдань відкритої форми з короткою відповіддю, де необхідно було отримати числову відповідь. Середня складність цих завдань – 19,7 %. Але показник їхньої розподільної здатності є найвищим і становить 54,7 %. Загалом середня розподільна здатність завдань сертифікаційної роботи з фізики – 46,3 %. Усі їхні психометричні характеристики поліпшилися порівняно з минулим роком.

Те, що поміж завдань з короткою відповіддю частка виконання їх тестованими дуже мала, зумовлено не стільки високою складністю, скільки малою кількістю учасників, які взагалі виконували їх. Адже за експертними та апробаційними даними складність цих завдань значно різниться. Найвищий результат правильного виконання завдання цього типу, у якому потрібно було визначити період електромагнітних коливань у контурі, – 37,7 %. Найнижчий (11,1 %) – у комбінованого завдання, де йшлося про рух по колу (кінематика) і дію сили Лоренца на заряджену частинку в магнітному полі.

Жодне з-поміж завдань не було дуже легким для учасників тестування. Найбільша частка правильного виконання ними завдання – 72,1 %. Це завдання до теми «Дії електричного струму» з розділу «Закони постійного струму» тематичного блоку «Електродинаміка».

Легкими виявилися завдання 1, 9, 10, 13, 14, 21 і 26 (частка виконання 66,8, 67,4, 65,7, 59,8, 72,1, 66,3 і 64,3 відсотків відповідно).

Специфікацію сертифікаційної роботи з фізики укладено так, що в завданнях з вибором однієї правильної відповіді та завданнях на встановлення відповідності не було складних математичних розрахунків та складних фізичних моделей. Переважно ці завдання використано для перевірки знання та розуміння, а це найпростіші когнітивні рівні розумової діяльності. Завдання, які за експертними даними й здоровим глуздом віднесено до легких, для тестованих були парадоксально складними. Наприклад, завдання 5 (абсолютно пружне зіткнення) – правильно виконали лише 28,7 % учасників, завдання 6 (тиск рідини на дно посудини) – 32,5 %, завдання 18 (закон збереження енергії під час коливань тіла на пружині) – 34,6 %, завдання 19 (поширення коливань у пружному середовищі) – 37,6 % тестованих. Низький рівень виконання учасниками тестування цих завдань засвідчив слабкість та несистемність знань навіть засадничих тем з фізики рівня стандарту.

Зазначимо, що графічні тестові завдання (2 і 8), за допомогою яких перевіряли вміння аналізувати графіки залежностей між фізичними величинами, традиційно не були для учасників легкими (їх правильно виконали 35,7 % та 47,2 % відповідно). Це передусім зумовлено низьким рівнем математичної підготовки тестованих, а не високою складністю цих завдань.

Завдання з тем «Середня квадратична швидкість» (завдання 7, виконали 10,3 % учасників), «Напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції полів» (завдання 12, виконали 17,9 % тестованих), «Релятивістський закон додавання швидкостей» (завдання 22, частка виконання – 17,8 %) були дуже складними для учасників зовнішнього незалежного оцінювання, хоча в них ішлося про основні поняття й положення шкільного курсу фізики.

Аналіз виконання завдань, призначених для перевірки безпосереднього знання теорії (наприклад, завдання 10, 15, 17, 20, 28) показав, що в більшості тестованих низький і середній рівень теоретичної підготовки. Частка виконання цих завдань – у діапазоні від 33,4 % до 54,2 %.

Упоралися із завданнями на розуміння фізичних явищ і процесів (завдання 4, 9, 11, 16, 25, 27) від 30,3 % до 67,4 % учасників. Такий діапазон виконання завдань виявив недостатню сформованість в тестованих умінь визначати загальні риси, розпізнавати прояви фізичних явищ та процесів, їхнє практичне застосування в техніці.

Аналіз статистичних результатів сертифікаційної роботи з фізики показав, що в більшості учасників тестування лише фрагментарні знання основних понять, законів, теорій, явищ та процесів, у них не сформовано базові вміння та навички з практичного застосування теорії. Низькі результати виконання завдань зумовлено серйозними проблемами фізичної освіти в закладах загальної середньої освіти, що полягають у недостатній якості навчання предмету вчителями та недостатньо систематичній роботі учнів над засвоєнням знань.

Загалом сертифікаційна робота з фізики була для учасників складною (середній показник виконання – 36,1 %), але з хорошою розподільною здатністю (середній показник – 46,3 %), що дало змогу не лише виявити й розподілити учасників з високим рівнем навчальних досягнень, здатних до подальшого навчання у закладах вищої освіти, а й оцінити навчальні досягнення тестованих, які виконували сертифікаційну роботу з фізики як державну підсумкову атестацію.

Подальше вдосконалення сертифікаційної роботи вбачаємо в збільшенні частки завдань, зміст яких пов'язаний з життєвими ситуаціями, та завдань, ілюстрованих графіками, таблицями тощо, а також завдань вищого когнітивного рівня, за допомогою яких перевіряють певні фізичні та ключові компетентності.