

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Приймальної комісії

Ректор Харківського національного  
університету імені В. Н. Каразіна



Віль БАКІРОВ

**ПРОГРАМА**

**фахового вступного екзамену з загальної фізики  
для здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 104 “Фізика та  
астрономія” (конкурсні пропозиції - фізика, астрономія) осіб, які здобули  
освітньо-кваліфікаційний рівень молодшого спеціаліста**

# ПРОГРАМА

## 1. Механіка

Відносність механічного руху. Система відліку. Переміщення матеріальної точки. Шлях. Середня й миттєва швидкості. Нормальне, тангенціальне й повне прискорення матеріальної точки при криволінійному русі.

Кутова швидкість і прискорення матеріальної точки. Зв'язок між лінійними й кутовими кінематичними характеристиками обертального руху матеріальної точки.

Маса тіла. Сила. Типи сил у природі. Закони Ньютона. Інерціальні системи відліку. Імпульс тіла.

Принцип відносності Галілея. Перетворення Галілея. Правило додавання швидкостей у класичній механіці.

Закон всесвітнього тяжіння. Закони Кеплера.

Вага тіла. Невагомість. Еквівалентність гравітаційної та інертної мас.

Механічна робота. Потужність. Робота сил і кінетична енергія.

Потенціальна енергія. Зв'язок між силою й потенціальною енергією.

Консервативні й неконсервативні сили. Закон збереження механічної енергії системи.

Центр мас системи матеріальних точок і закон його руху. Закони зміни й збереження імпульсу системи точок. Зіткнення тіл. Абсолютно пружний і абсолютно непружний удари.

Рух тіла з масою, що змінюється. Рівняння Мещерського. Формула Ціолковського.

Рух тіл у неінерціальних системах відліку. Сили інерції. Відцентрова сила інерції. Сила Коріоліса. Принцип еквівалентності Ейнштейна.

Момент інерції системи точок і твердого тіла. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Момент сили та момент імпульсу. Закони динаміки твердого тіла. Закон збереження моменту імпульсу системи. Кінетична енергія обертального руху твердого тіла.

Зв'язок законів збереження імпульсу, моменту імпульсу й енергії системи з однорідністю, ізотропністю простору та однорідністю часу.

Експерименти, що лежать в основі спеціальної теорії відносності. Принцип відносності Ейнштейна. Інтервал.

Перетворення Лоренца. Власний час об'єктів, що рухаються. Уповільнення часу та скорочення довжини.

Релятивістський закон додавання швидкостей.

Релятивістські енергія та імпульс частинки. Перетворення енергії та імпульсу. Закон взаємозв'язку маси та енергії.

Механічні гармонічні коливання та їхні кінематичні характеристики: амплітуда коливань, кругова (циклічна) частота, початкова фаза, фаза, період, частота коливань. Енергія гармонічного осцилятора.

Математичний і фізичний маятники.

Метод векторних діаграм. Додавання гармонічних коливань одного

напрямку й однакової частоти. Биття. Додавання взаємно перпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу.

Вільні загасаючі механічні коливання. Декремент загасання, логарифмічний декремент загасання, добротність коливальної системи. Змушені механічні коливання. Механічний резонанс.

Поздовжні й поперечні механічні хвилі в середовищі. Пружна гармонічна хвиля і її характеристики: довжина хвилі, хвильовий фронт, хвильова поверхня. Біжучі плоскі, сферичні та циліндричні пружні хвилі.

Хвильове рівняння, що описує поширення пружних хвиль в однорідному та ізотропному середовищі. Принцип суперпозиції. Інтерференція пружних хвиль. Стоячі хвилі.

Лінії та трубки течії рідини. Рівняння нерозривності нестисливої рідини. Рівняння Бернуллі. Статичний, динамічний і гідростатичний тиски. Формула Торрічеллі.

Ламінарна і турбулентна течія рідини. Сила внутрішнього тертя. Число Рейнольдса. Формула Пуазейля. Рух тіл у рідинах і газах. Закон Стокса. Підймальна сила.

## 2. Молекулярна фізика і термодинаміка

Ідеальний газ як модель найбільш простої статистичної системи. Дослідні закони ідеальних газів.

Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу. Закон Клапейрона-Менделєєва. Статистичне тлумачення тиску й температури. Барометрична формула.

Закон Максвелла про розподіл молекул ідеального газу за швидкостями. Середня квадратична, середня арифметична та найбільш імовірна швидкості молекул ідеального газу. Розподіл Больцмана.

Внутрішня енергія, кількість теплоти та робота термодинамічної системи. Закон Больцмана про рівномірний розподіл енергії за ступенями свободи молекул.

Фізичний зміст першого начала термодинаміки і його різних формулювань.

Питома й молярна теплоємності. Рівняння Майера. Елементарна класична теорія теплоємності ідеального газу і її труднощі.

Адіабатичний процес. Рівняння Пуассона. Політропічний процес. Робота і теплоємність ідеального газу при ізобаричному, ізохоричному, адіабатичному й політропічному процесах.

Оборотний і необоротний процеси. Круговий процес (цикл). Цикл Карно і його коефіцієнт корисної дії.

Друге начало термодинаміки і його різні формулювання.

Ентропія, її фізичний зміст і властивості. Статистичне тлумачення другого начала термодинаміки. Закон зростання ентропії.

Теорема Нернста. Термодинамічні потенціали.

Рівняння стану реальних газів Ван-Дер-Ваальса.

Внутрішня енергія реального газу. Ефект Джоуля-Томсона.

Зіткнення молекул у газі. Ефективний діаметр молекул у газі. Середня довжина вільного пробігу молекул.

Дифузія в газах. Закони дифузії Фіка.

Внутрішнє тертя в газах. Теплопровідність газів. Співвідношення між коефіцієнтами переносу для ідеальних газів. Їхня залежність від тиску й температури.

Поверхневий натяг рідини. Кривизна поверхні рідини й додатковий тиск. Формула Лапласа.

Взаємодія рідини з поверхнею твердого тіла. Змочування. Капілярні явища.

Агрегатні стани й фази речовини. Умови рівноваги фаз Гіббса. Фазові переходи I і II роду. Умова здійснення. Їхня загальна характеристика. Приклади.

Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Випаровування і кипіння рідин та їхніх сумішей. Плавлення й кристалізація твердих тел.

Діаграма стану однокомпонентної трифазної системи. Потрійна точка.

### 3. Електродинаміка

Закон Кулона. Закон збереження електричного заряду, інваріантність заряду. Електричне поле, вектор електричного поля  $\vec{E}$ , принцип суперпозиції. Теорема Гаусса.

Потенційність електростатичного поля, теорема про циркуляцію вектора  $\vec{E}$ . Зв'язок між напруженістю електричного поля та потенціалом. Рівняння Пуассона й Лапласа.

Поле системи нерухомих зарядів на далеких відстанях, дипольний момент.

Провідники в електростатичному полі, поле поблизу поверхні зарядженого провідника. Електрична ємність відокремленого провідника та різних конденсаторів.

Енергія взаємодії точкових зарядів і довільних заряджених тіл. Електрична енергія заряджених тіл, енергія електричного поля і її щільність.

Дія електричного поля на диполь, енергія диполя у зовнішньому полі.

Поляризація різних типів діелектриків, вектор поляризації  $\vec{P}$ . Вектор електричної індукції  $\vec{D}$ , зв'язок між  $\vec{E}$ ,  $\vec{D}$  і  $\vec{P}$ . Теорема Гаусса для вектора  $\vec{D}$ .

Сегнетоелектрики. П'єзоелектрики і застосування їх в науці й техніці.

Постійний електричний струм, сила струму, вектор щільності, рівняння неперервності. Інтегральна та диференціальна форми законів Ома й Джоуля-Ленца для однорідної ділянки кола.

Електрорушійна сила, інтегральна та диференціальна форми закону Ома для неоднорідної ділянки кола, закон Ома для замкнутого кола. Правило Кірхгофа.

Магнітний вплив струмів, закон Ампера. Вектор індукції магнітного поля  $\vec{B}$ , закон Біо-Савара-Лапласа, принцип суперпозиції магнітних полів.

Дія магнітного поля на заряд, що рухається, сила Лоренца. Рух зарядженої частинки в електромагнітному полі.

Дія магнітного поля на контур зі струмом. Поняття магнітного моменту. Енергія контуру зі струмом у зовнішньому магнітному полі.

Теорема Гаусса для вектора  $\vec{B}$ . Теорема про циркуляцію вектора  $\vec{B}$  у магнітостатиці.

Намагнічування магнетиків, вектори намагніченості  $\vec{J}$  та напруженості магнітного поля  $\vec{H}$ . Зв'язок між  $\vec{B}$ ,  $\vec{H}$ ,  $\vec{J}$ . Теорема про циркуляцію вектора  $\vec{H}$  у магнітостатиці.

Діамагнетизм, парамагнетизм. Феромагнетизм, закон Кюрі-Вейсса, домени. Гіромагнітне відношення, досліди Ейнштейна – Де Газа й Барнета.

Умови на границі середовищ для векторів  $\vec{E}$  і  $\vec{D}$ ,  $\vec{B}$  і  $\vec{H}$ .

Основні положення класичної електронної теорії металів. Закони Ома, Джоуля-Ленца, Відемана-Франца з погляду класичної електронної теорії.

Залежність електроопору металів від температури. Явище надпровідності, магнітні властивості надпровідників, ефект Мейснера, проміжний стан надпровідників.

Електричний струм у рідинах, рухливість іонів, закон Ома для електролітів. Закони електролізу (закони Фарадея).

Електричний струм у газах, іонізація молекул газу, рекомбінація іонів. Несамостійний і самостійний розряди. Плазма, плазменні коливання, їхня частота.

Електронний спектр твердих тел. Закон дисперсії електронів провідності.

Напівпровідники. Власна та домішкова провідність напівпровідників, донори та акцептори. Залежність провідності напівпровідників від температури. Випрямляюча дія контакту двох напівпровідників.

Термоелектрорушійна сила. Ефект Пельтьє, ефект Томпсона.

Явище електромагнітної індукції, закон Фарадея. Правило Ленца. Струми Фуко. Явище самоіндукції. Енергія магнітного поля і її об'ємна щільність.

Рівняння Максвелла в диференціальній та інтегральній формі.

Закон збереження енергії в електродинаміці, щільність потоку енергії та імпульсу електромагнітного поля. Вектор Пойнтінга.

Хвильове рівняння в електродинаміці, швидкість поширення електромагнітних хвиль. Плоска та сферична, біжуча та стояча електромагнітні хвилі.

Поле зарядів, що рухаються, загаяні потенціали.

Дипольне випромінювання електромагнітних хвиль.

Розсіювання електромагнітних хвиль вільними зарядами, формула Томсона.

Усереднення мікроскопічних рівнянь електродинаміки. Властивості діелектричної проникності, співвідношення Крамерса - Кроніга.

Квазістаціонарне електромагнітне поле, скін-ефект, поверхневий імпеданс металів.

## 4. Оптика

Світло і його природа. Інтенсивність світла.

Геометрична оптика і її основні закони. Геометрична оптика як граничний випадок хвильової оптики. Рівняння ейконалу. Принцип Ферма.

Сферичні дзеркала. Тонкі лінзи, їхня формула, побудова зображень у тонких лінзах. Телескоп, мікроскоп, лупа. Аберації оптичних систем.

Явище інтерференції світла. Просторова та часова когерентність. Оптична різниця ходу. Інтерференційна різниця ходу. Інтерференційні максимуми й мінімуми. Ширина інтерференційної смуги. Класичні інтерференційні досліди.

Інтерференція світла в тонких плівках. Лінії рівного нахилу. Лінії рівної товщини. Кільця Ньютона. Просвітлення оптики.

Багатопроменева інтерференція. Еталон Фабрі-Перо, його роздільна здатність.

Явище дифракції. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля, дифракція Фраунгофера і області їхнього застосування. Приклади дифракції Френеля й дифракції Фраунгофера. Зонна пластинка.

Дифракційні ґрати. Кутовий розподіл інтенсивності світла, дифрагovanого на дифракційних ґратках. Кутова та лінійна дисперсії, роздільна сила дифракційної ґратки.

Фізичні основи голографічного запису зображень. Одержання кольорових об'ємних зображень.

Природне світло. Поляризоване світло: лінійна, кругова, еліптична поляризації. Поняття ступеня поляризації світла. Закон Малюса. Формули Френеля. Ромб Френеля.

Поширення світлових хвиль в анізотропних середовищах. Оптична вісь. Двоосні та одноосні кристали. Подвійне променезаломлення. Звичайний і незвичайний промені. Явище дихроїзму. Поляроїди. Поляризаційні призми.

Повертання площини поляризації світла в кристалічних та аморфних тілах і його елементарній теорії. Повертання площини поляризації в магнітному полі. Штучна анізотропія (її якісний опис).

Нормальна та аномальна дисперсії. Групова швидкість. Елементарна теорія дисперсії.

Поглинання світла. Закон Бугера. Розсіяння світла: розсіяння Релея, Мі, Мандельштама, Бріллюена, комбіноване розсіяння.

Основні відомості про лазери і їхнє випромінювання. Приклади застосування лазерів.

Природа нелінійності оптичних середовищ. Генерація подвоєної частоти в нелінійному оптичному середовищі. Умова просторового синхроїзму для другої гармоніки. Самовплив світла в нелінійному середовищі: самофокусування та дефокусування променів.

Ефект Доплера в оптиці. Аберация світла. Червоний зсув у спектрах галактик.

## 5. Квантова фізика.

Гіпотеза Планка. Стала Планка. Кванти світла (фотони). Фотоефект та його закони. Рівняння Ейнштейна для фотоефекту. Застосування фотоефекту в техніці. Тиск світла. Дослід Лебедева.

Дослід Резерфорда. Ядерна модель атома. Квантові постулати Бора. Випромінювання та поглинання світла атомом. Утворення лінійчастого спектра.

Склад ядра атома. Ізотопи. Енергія зв'язку атомних ядер. Ядерні реакції. Поділ ядер урану. Ядерний реактор. Термоядерна реакція.

Радіоактивність. Альфа-, бета-, гамма-випромінювання. Методи реєстрації іонізуючого випромінювання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Савельєв І.В. Курс загальної фізики, т. 1-3.;-М.: Наука.-1977.
2. Сивухін Д.В. Загальний курс фізики, Т. 1-5.-М: Наука.-1983.
3. Матвєєв А.Н. Механіка й теорія відносності.-М.: Вища
4. школа.-1980.-320 с.
5. Матвєєв А.И. Молекулярна фізика.-М.: Вища школа.-1981 .- 360 с.
6. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс
7. фізики: навчальний посібник для студентів вищих техн. і мед.
8. закладів освіти. Т 1-3.-К.:Техніка.-1999.
9. Матвєєв А.Н. Електрика й магнетизм.-М.:Высш. Шк., 1983.-463 с.
- 10.Матвєєв А.Н. Оптика. М.:Вища Шк.-1985.
- 11.Матвєєв А. Н. Атомна фізика. М.:Высш. Шк.-1989.
- 12.Ахієзер А.И. Атомна фізика. ДО, :Наукова думка-1988
- 13.Ландау Л.Д., Ліфшиць Е.М. Механіка.-М.: Наука, 1965,
- 14.Н.Вигарів В.А. Спеціальна теорія відносності.-М.: Наука, 1977
- 15.Бредов М.М., Румянцев В.В., Топтигін І.Н. Класична
- 16.електродинаміка.-М.: Наука, 1985
- 17.Ландау Л.Д., Ліфшиць Е.М. Теорія поля.-М.: Павука, 1988.
- 18.Ландау Л.Д., Ліфшиць Е.М. Електродинаміка суцільних середовищ.-М.:
- 19.Наука, 1982,
- 20.Ландау Л, Д., Ліфшиць Е. М. Квантова механіка.-М.: Наука, 1989,
- 21.Ландау Л.Д., Ліфшиць Е.М. Статистична фізика, 4.1,-М.: Наука, 1988
- 22.Ліфшиць Е.М., Питаєвський Л. П. Статистична фізика, Ч.2.-М.: Наука, 1978
- 23.Ліфшиць Е.М., Питаєвський Л.П. Фізична кінетика.-М.: Наука, 1979
- 24.Ансельм А.И. Основи статистичної фізики й термодинаміки.-М.: Наука  
1973

# КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ виконання завдань при складанні фахового вступного екзамену з загальної фізики

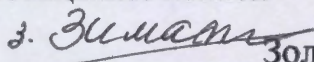
Користуючись загальними критеріями оцінювання рівня сформованості знань, умінь та навичок, ступеня сформованості системи професійних компетенцій осіб, які вступають на навчання для здобуття освітнього ступеня бакалавра, встановленими Міністерством освіти і науки України, виходячи зі Стандарту вищої освіти бакалавра Міністерства освіти і науки України за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія та його складової «Засоби діагностики якості вищої освіти», та у відповідності до Положення про організацію навчального процесу в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна, а також П Правил прийому на навчання до Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна для здобуття вищої освіти в 2021 році встановлюються такі вимоги до проведення та критерії оцінювання фахового вступного екзамену з загальної фізики:

1. Фаховий вступний екзамен з загальної фізики проводиться в усній формі.
2. Оцінка за виконання завдань екзаменаційної роботи виставляється за шкалою від 100 до 200 балів.
3. Кожен із варіантів екзаменаційних завдань рівнозначного ступеня складності містить три запитання, що оцінюються у 30, 30 та 40 балів відповідно.
4. Запитання екзаменаційної роботи сформовані з питань, які зазначені у змісті програми фахового вступного екзамену з загальної фізики. Нарахування балів за відповіді на запитання здійснюється за наступними критеріями:

| 1 та 2 питання | 3 питання   | Критерії оцінювання виконання завдань                                                                                                                                                                    |
|----------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 26-30 Балів    | 36-40 Балів | Відповідь правильна, обґрунтована, логічна, містить аналіз і систематизацію, зроблені аргументовані висновки.                                                                                            |
| 16-25 Балів    | 26-35 Балів | У відповіді відтворюється значна частина питання. Вступник виявляє знання і розуміння основних положень з навчальної дисципліни, певною мірою може аналізувати матеріал, порівнювати та робити висновки. |
| 11-15 Балів    | 16-25 Балів | Відповідь відтворює основні положення питання на рівні запам'ятовування без достатнього розуміння.                                                                                                       |
| 0-10 Балів     | 0-15 Балів  | Відповідь дана неправильно, безсистемно, з грубими помилками, відсутні розуміння основної суті питань, висновки, узагальнення.                                                                           |

5. Кількість балів із фахового вступного екзамену підраховується шляхом додавання 100 балів до загальної кількості балів, отриманих при виконанні завдань екзаменаційної роботи.
6. Вступник допускається до участі у конкурсному відборі для зарахування на навчання, якщо кількість балів із фахового вступного екзамену з загальної фізики, що оцінюються за шкалою від 100 до 200 балів, складає не менше 150.

Голова фахової  
атестаційної комісії

  
Золтан ЗИМАН

Затверджено

Приймальною комісією

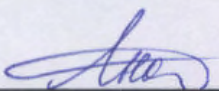
Харківського національного

університету імені В. Н. Каразіна

(протокол № 2 від "08" лютого 2021 р.)

Відповідальний секретар

Приймальної комісії

  
Ольга АНОЩЕНКО