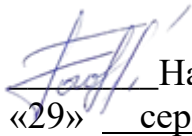


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Кафедра «Вища математика і фізика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав. кафедрою ВМФ



Наталія ДЬОМІНА

«29» серпня 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Фізика»

для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»

зі спеціальності 208 «Агроінженерія»

за ОПІ Агроінженерія

(на основі повної загальної середньої освіти)

механіко-технологічний факультет

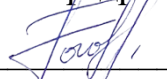
2022– 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Фізика» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 208 «Агроінженерія» за ОПП Агроінженерія (на основі повної загальної середньої освіти) Запоріжжя, ТДАТУ, 2022. 14 с.

Розробник: д.ф.-м.н., професор Кідалов В.В.

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри «Вища математика і фізика» від «29» серпня 2022 року протокол № 1

В.о.зав. кафедри ВМФ

доц.  Наталя ДЬОМІНА

Схвалено методичною комісією механіко-технологічного факультету зі спеціальності 208 «Агроінженерія» за ОПП «Агроінженерія» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» (на основі повної загальної середньої освіти)

Протокол № 1 від «02» вересня 2022 року

Голова, доцент  Олена ДЕРЕЗА

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів 4	Галузь знань <u>20 «Аграрні науки та продовольство»</u> (шифр і назва)	<u>Обов'язкова</u>	
Загальна кількість годин – 120 годин	Спеціальність <u>208 «Агро інженерія»</u>	Курс	Семестр
Змістових модулів - 2		1 -й	2 - й
Тижневе навантаження: аудиторних занять – 3 год. самостійна робота студента – 6,5 год.	Ступінь вищої освіти <u>«Бакалавр»</u>	Вид занять	Кількість годин
		Лекції	12год.
		Лабораторні заняття	-
		Практичні заняття	24 год.
		Семінарські заняття	-
		Самостійна робота	84 год.
		Форма контролю: екзамен	

2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета вивчення курсу фізики – формування у студентів сучасного наукового світогляду, оволодіння фундаментальними поняттями та теоріями класичної і сучасної фізики, що забезпечує в подальшому ефективне засвоєння спеціальних дисциплін і можливість використання фізичних знань у виробничій діяльності; напрацювання у студентів прийомів і навичок рішення конкретних стандартних і нестандартних задач із різних розділів фізики, ознайомлення із сучасною науковою, вимірною та електронно-обчислювальною технікою.

Завданнями дисципліни є:

- формування інтересу та прагнення студентів до наукового вивчення природі, розвиток їх інтелектуальних та творчих здібностей;
- розвиток уявлень про науковий метод пізнання та формування дослідного відношення до навколишніх явищ;
- формування наукового світогляду як результату вивчення основ будови матерії та фундаментальних законів фізики;
- формування вмінь пояснювати явища на основі знань з фізики та наукових доведень;
- формування уявлень про системоутворюючу роль фізики для розвитку інших природничих наук, техніки й технологій;
- розвиток уявлень про можливі сфери майбутньої професійної діяльності, пов'язані з фізикою.

Результати навчання (з урахуванням soft skills)

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі агропромислового виробництва, що передбачає застосування певних знань та вмінь, технологічних методів та прийомів і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

Знання та розуміння предметної області та розуміння професії.

Фахові компетентності

Здатність проектувати механізовані технологічні процеси сільськогосподарського виробництва, використовуючи основи природничих наук.

Здатність використовувати основи механіки твердого тіла і рідини; матеріалознавства і міцності матеріалів для опанування будови, та теорії сільськогосподарської техніки.

Здатність використовувати теоретичні основи та базові методи термодинаміки і гідравліки для визначення і вирішення інженерних завдань.

Soft skills:

- комунікативні навички: письмове, вербальне й невербальне спілкування; уміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести суперечки і відстоювати свою позицію, спілкування в конфліктній ситуації; навички створення, керування й побудови відносин у команді;

- уміння виступати привселюдно: навички, необхідні для виступів на публіці; проводити презентації;
- керування часом: уміння справлятися із завданнями вчасно;
- гнучкість і адаптивність: гнучкість, адаптивність і здатність мінятися; уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблем;
- лідерські якості: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння встановлювати мету, планувати;
- особисті якості: креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до колег.

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка

Тема 1. Кінематика матеріальної точки.

[1], с.4...11

1. Швидкість та прискорення матеріальної точки, як похідні радіус-вектора за часом.
2. Нормальне, тангенціальне та повне прискорення. Радіус кривизни траєкторії.

Тема 2. Динаміка матеріальної точки. Динаміка обертального руху твердого тіла

[1], с.14...30

1. Закони Ньютона. Закон збереження імпульсу. Центр мас (інерції) механічної системи і закон його руху.
2. Робота змінної сили. Потужність.
3. Кінетична енергія. Консервативні та неконсервативні сили.
4. Потенціальна енергія. Закон збереження механічної енергії.
5. Основний закон динаміки обертального руху. Кінетична енергія, робота та потужність при обертальному русі. Закон збереження моменту імпульсу та його застосування.
6. Вплив гравітації на рослини. Пружні властивості рослин (для самостійного вивчення)..
7. Механічні властивості рослин: Механічні параметри рослин. Каркасна структура рослинної клітини. Рух рослин. Внутрішньоклітинні рухи (для самостійного вивчення)..
8. Механічні властивості ґрунту: Основні компоненти ґрунту: тверді речовини, вода, повітря. Густина ґрунту. Текстура ґрунту: відносна кількість піску, мулу, глини. Структура ґрунту: частинки ґрунту та агрегати. Розподіл ґрунтових частинок за розмірами. Пористість ґрунту (для самостійного вивчення).

Тема 3. Основи термодинаміки

[1], с.88...102

1. Основи МКТ
2. Робота газу при зміні об'єму. Кількість теплоти. Теплоємність.

3. Перший закон термодинаміки та його застосування для ізопроцесів. Адіабатний процес. Рівняння Пуассона.
4. Другий закон термодинаміки. Теплові двигуни. Цикл Карно і його ККД.
5. Ентропія. Формула Клаузіуса для зміни ентропії. Статистичний зміст II закону термодинаміки. Формула Больцмана для ентропії.

Змістовий модуль 2. Електромагнетизм. Оптика. Квантова та ядерна фізика

Тема 1. Електромагнетизм

[1], с. 176...189, с. 128...152

1. Закон Кулона. Напруженість і потенціал електричного поля. Електроємність. Конденсатори.
2. Постійний електричний струм. Робота і потужність електричного струму. Закон Джоуля-Ленца.
3. Магнітне поле струму
4. Індукція магнітного поля. Закон Ампера. Контур зі струмом в магнітному полі. Закон Біо-Савара-Лапласа.
5. Дія магнітного поля на струми та заряди. Сила Лоренца та її застосування. Закон повного струму. Магнітне поле соленоїда.

Тема 2. Хвильова та квантова оптика

[1], с. 332... 531.

1. Інтерференція світла та її застосування.
2. Дифракція світла. Дифракційна ґратка.
3. Формула Планка для енергії фотона. Фотоефект. Рівняння Ейнштейна для фотоефекту.

Тема 3. Ядерна фізика

[1], с. 407 ... 444.

1. Склад ядра атома. Зарядове та масове числа. Дефект маси і енергія зв'язку ядра. Радіоактивність: альфа-, бета- та гамма-випромінювання. Закон радіоактивного розпаду та його характеристики.
2. Абсолютна активність. Період напіврозпаду. Одиниці радіоактивності. Основи дозиметрії. Поглинута доза. Експозиційна доза. Еквівалентна доза. Одиниці доз.
3. Ядерні реакції поділу важких ядер та термоядерний синтез.

4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Номер тижня	Вид заняття	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість годин				Кількість балів
			лк	лаб	пр	СРС	
Змістовий модуль 1. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка							
1	Лекція 1	Кінематика матеріальної точки	2	-	-	-	-
	Практичне заняття 1	Кінематика і динаміка обертального руху механічної системи	-	-	2	-	2,5
	Самостійна робота 1	Кінематика і динаміка системи матеріальних точок	-	-	-	6,5	2
2	Практичне заняття 2	Кінематика і динаміка обертального руху механічної системи	-	-	2	-	2,5
	Самостійна робота 1	Кінематика і динаміка системи матеріальних точок	-	-	-	6,5	2
3	Лекція 2	Динаміка матеріальної точки. Динаміка обертального руху твердого тіла	2	-	-	-	-
	Практичне заняття 3	Закони збереження. Робота та потужність механічної системи.	-	-	2	-	2,5
	Самостійна робота 2	Закони збереження	-	-	-	6,5	1,5
4	Практичне заняття 4	Закони збереження. Робота та потужність механічної системи.	-	-	2	-	2,5
	Самостійна робота 2	Закони збереження	-	-	-	6,5	1,5
5	Лекція 3	Основи термодинаміки	2	-	-	-	-
	Практичне заняття 5	Основи молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу	-	-	2	-	2,5
	Самостійна робота 3	Основи термодинаміки	-	-	-	6,5	1,5
6	Практичне заняття 6	Основи молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу	-	-	2	-	2,5
	Самостійна робота 3	Основи термодинаміки	-	-	-	6,5	1,5
7	Самостійна робота	Підготовка до ПМК -1	-	-	-	3	-
8	ПМК-1	Підсумковий контроль	-	-	-	-	10

Всього за змістовий модуль 1 - 60 год.			6	-	12	42	35
Змістовий модуль 2. Електромагнетизм. Оптика. Квантова та ядерна фізика.							
9	Лекція 4	Електромагнетизм	2	-	-	-	-
	Практичне заняття 7	Електростатика. Електричний струм	-	-	2	-	2,5
	Самостійна робота 4	Електромагнетизм	-	-	-	6,5	2
10	Практичне заняття 8	Електростатика. Електричний струм	-	-	2	-	2,5
	Самостійна робота 4	Електромагнетизм	-	-	-	6,5	2
11	Лекція 5	Хвильова та квантова оптика	2	-	-	-	-
	Практичне заняття 9	Явище електромагнітної індукції	-	-	2	-	2,5
	Самостійна робота 5	Квантова оптика	-	-	-	6,5	1,5
12	Практичне заняття 10	Явище електромагнітної індукції	-	-	2	-	2,5
	Самостійна робота 5	Квантова оптика	-	-	-	6,5	1,5
13	Лекція 6	Ядерна фізика	2	-	-	-	-
	Практичне заняття 6	Явища інтерференції, дифракції, поляризації світла та фотоефекту.	-	-	2	-	2,5
	Самостійна робота 6	Ядерна фізика	-	-	-	6,5	1,5
14	Практичне заняття 6	Явища інтерференції, дифракції, поляризації світла та фотоефекту.	-	-	2	-	2,5
	Самостійна робота 6	Ядерна фізика	-	-	-	6,5	1,5
15	Самостійна робота	Підготовка до ПМК-2				3	-
16	ПМК-2	Підсумковий контроль					10
Всього за змістовий модуль 2- 60 год.			6	-	12	42	35
Екзамен							30
Всього з навчальної дисципліни 60 + 60 = 120 год.							100

5 ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

Підсумковий модульний контроль 1

1. Чому дорівнює вектор швидкості змінного руху.
2. Чому дорівнює вектор прискорення.
3. За якою формулою визначається величина нормального прискорення?
4. За якою формулою визначається тангенціальне прискорення?
5. За якою формулою визначається величина модуля повного прискорення?
6. За якою формулою визначається кутове прискорення?
7. За якою формулою визначається кутова швидкість?
8. За якою формулою визначають шлях випадку прямолінійного рівноприскореного руху?
9. Закінчити висловлювання «Нормальне прискорення характеризує...»
10. Закінчити висловлювання «Тангенціальне прискорення характеризує...»
11. Закінчити висловлювання «Тангенціальне прискорення направлене...»
12. Закінчити висловлювання «Нормальне прискорення направлене...»
13. Яке твердження визначає поняття центра мас тіла?
14. Яка формула є математичним виразом II-го закону Ньютона?
15. За якою з приведених формул визначають силу тертя ковзання?
16. Від яких величин залежить імпульс матеріальної точки?
17. Що розуміють під коефіцієнтом жорсткості пружини?
18. За якою формулою визначають зміну імпульсу тіла?
19. За якою формулою визначають гравітаційну силу?
20. За якою формулою визначають імпульс тіла?
21. В яких одиницях СІ вимірюється величина сили?
22. Закінчити висловлювання «Якщо на тіло не діють ніякі сили або їх дії скомпенсовані, тіло буде рухатися...»
23. Яка формула є математичним виразом III-го закону Ньютона?
24. За якою формулою визначають кінетичну енергію поступального руху тіла?
25. В яких одиницях СІ вимірюється механічна енергія?
26. За якою формулою визначають потенціальну енергію пружньодеформованої пружини?
27. За якою формулою розраховують механічну роботу в найбільш загальному випадку?
28. Визначити початкову кінетичну енергію тіла.
29. В яких одиницях СІ вимірюється потужність?
30. Закінчити висловлювання «В замкненій механічній системі, на яку не діють зовнішні сили, виконується...»
31. За якою формулою визначають енергію гравітаційної взаємодії тіл?
32. За якою формулою визначають потенціальну енергію деформованої пружини?
33. В яких одиницях СІ вимірюється імпульс тіла?

34. Закінчіть висловлювання «При абсолютно пружному ударі виконується...»
35. Закінчіть висловлювання «При абсолютно не пружному ударі виконується...»
36. За якою формулою визначають потужність?
37. Закінчіть висловлювання «Закон збереження енергії обумовлений...»
38. Закінчіть висловлювання «Закон збереження імпульсу обумовлений...»
39. За якою формулою визначають механічну енергію?
40. В яких одиницях СІ вимірюють момент інерції тіла?
41. Під дією обертального моменту M махове колесо починає рівно прискорено обертатись. За якою формулою слід визначити роботу приводу маховика?
42. Яка формула є математичним записом основного закону динаміки обертального руху?
43. За якою формулою визначають кінетичну енергію обертального руху твердого тіла?
44. За якою формулою визначається момент імпульсу твердого тіла?
45. Яка формула є математичним записом основного закону динаміки обертального руху в загальній формі?
46. За якою формулою визначається момент інерції матеріальної точки?
47. В яких одиницях СІ вимірюють момент імпульсу?
48. За якою формулою визначають момент сили?
49. За якою формулою визначають момент інерції суцільного однорідного циліндра?
50. Яка формула є математичним записом теореми Гюйгенса-Штейнера?
51. За якою формулою визначають потужність, якщо величина обертального моменту M стала?
52. Що називають амплітудою механічних гармонічних коливань?
53. Які сили повинні діяти в системі, щоб виникли вимушені коливання?
54. Від яких величин залежить період коливань математичного маятника?
55. Від яких величин залежить період коливань фізичного маятника?
56. За якою формулою визначають кількість молей речовини?
57. За якою формулою визначають масу однієї молекули?
58. Яка формула виражає основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу?
59. Яким явищем можна знехтувати для ідеального газу?
60. Який термодинамічний параметр залишається постійним при ізобаричному процесі?
61. Який термодинамічний параметр не змінюється при ізотермічному процесі?
62. Який термодинамічний параметр залишається постійним при ізохоричному процесі?
63. Які термодинамічні параметри залишаються постійними при адіабатному процесі?

64. Що називають числом ступеней вільності молекули?
65. За якою формулою визначається середня арифметична швидкість молекул ідеального газу?
66. За якою формулою визначається найімовірніша швидкість молекул ідеального газу?
67. Закінчіть висловлювання: «Площа під кривою, яка зображає процес на діаграмі $p-v$, кількісно дорівнює...»
68. Як зміниться внутрішня енергія ідеального газу, якщо тільки його тиск зменшити в два рази?
69. Закінчити висловлювання: «Процес дифузії обумовлено наявністю...»
70. Теплопровідність має місце при наявності
71. Внутрішнє тертя має місце при наявності ...
72. Яке рівняння відповідає закону дифузії?
73. Яке рівняння відповідає закону внутрішнього тертя?
74. Що називають питомою теплою випаровування?
75. За якою формулою визначають молярну теплоємність речовини?
76. За якою формулою визначають теплоємність речовини?
77. За якою формулою визначають питому теплоємність речовини?
78. Як зміниться середня квадратична швидкість молекул при збільшенні температури газу у 4 рази?
79. За якою формулою визначають надмірний додатковий тиск під викривленою поверхнею рідини?
80. Газу надали теплоту 100 Дж та зовнішні сили здійснили над ним роботу 300 Дж при стисканні. Чому дорівнює зміна внутрішньої енергії?
81. Закінчити висловлювання: «При збільшенні температури холодильника ККД (коефіцієнт корисної дії) ідеального теплового двигуна, який працює відповідно циклу Карно, ...»
82. Як зміниться ККД (коефіцієнт корисної дії) ідеального теплового двигуна, який працює відповідно циклу Карно, при збільшенні температури нагрівника?
83. Ідеальний газ здійснює цикл Карно теплового двигуна, газ отримує від нагрівача 4 кДж та здійснює роботу 1 кДж. Чому дорівнює ККД (коефіцієнт корисної дії) цього теплового двигуна?
84. Для якого ізопроцесу ідеального газу внутрішня енергія не змінюється?
85. Від яких фізичних величин залежить ККД (коефіцієнт корисної дії) ідеального теплового двигуна?
86. Як зміниться коефіцієнт поверхневого натягу при збільшенні температури рідини ?
87. В яких одиницях вимірюється коефіцієнт поверхневого натягу рідини?

Підсумковий модульний контроль 2

1. Електричні заряди та їх властивості. Закон Кулона

2. Електричне поле і його напруженість. Теорема Гауса для електричного поля
3. Потенціал електричного поля і його зв'язок з напруженістю. Робота по переміщенню електричних зарядів
4. Поляризація діелектриків. Види поляризації. Вектор поляризації та вектор електричного зміщення
5. Електричне поле в середині провідника і на його поверхні. Конденсатори та їх електроємність
6. Енергія зарядженого конденсатора та електричного поля
7. Постійний електричний струм, його характеристики та умови існування
8. ЕРС та закон Ома для повного замкненого кола. Закон Ома для однорідної ділянки кола
9. Класична електронна теорія електропровідності металів. Закон Ома в диференціальній формі.
10. Робота і потужність електричного струму. Закон Джоуля-Ленца
11. Індукція магнітного поля. Магнітний момент витка зі струмом
12. Закон Біо-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиції магнітних полів
13. Магнітне поле прямолінійного провідника зі струмом. Закон повного струму, теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції
14. Сила Ампера. Контур зі струмом в магнітному полі
15. Сила Лоренца. Траєкторія зарядженої частинки в магнітному полі. Магнітні лінзи. Прискорювачі
16. Ефект Холла та його застосування
17. Магнітний потік. Робота по переміщенню провідника і контура зі струмом в магнітному полі
18. Явище електромагнітної індукції. Досліди Фарадея. Правило Ленца
19. Закон Фарадея-Максвелла для ЕРС електромагнітної індукції
20. Явище самоіндукції. Індуктивність. Енергія магнітного поля соленоїда. Об'ємна густина енергії магнітного поля
21. Взаємна індукція. Устрій та принцип роботи трансформатора
22. Магнітні моменти атомів, намагніченість речовини. Типи магнетиків, явища діа- і парамагнетизму
23. Напруженість магнітного поля і магнітна проникність середовища. Ферромагнетика, точка Кюрі, магнітний гістерезис
24. Гармонічні електромагнітні коливання та їх параметри. Ідеальний електромагнітний коливальний контур. Енергія гармонічних електромагнітних коливань
25. Затухаючі електромагнітні коливання та їх характеристики
26. Вимушені електромагнітні коливання і диференціальне рівняння, амплітуда коливань та їх залежність від частоти. Явище резонансу
27. Закон Ома для змінного струму. Реактивний опір
28. Робота і потужність у колі змінного струму
29. Струм зміщення. Система рівнянь Максвелла в інтегральній формі для електромагнітного поля
30. Електромагнітні хвилі, їх властивості та застосування

31. Інтерференція світла, умови максимуму та мінімуму інтерференційної картини
32. Інтерференція світла в тонких плівках та її застосування
33. Дифракція світла, принцип Гюйгенса-Френеля і метод зон Френеля
34. Дифракційні ґратки та їх використання
35. Квантова оптика, формула Планка для енергії фотона, маса та імпульс фотона
36. Фотоефект та його застосування. Рівняння Ейнштейна для фотоефекта
37. Гіпотеза та формула де Бройля для довжини хвилі. Дослідні підтвердження хвильових властивостей частинок, досліди К. Девісона і Л. Джермера по дифракції електронів
38. Співвідношення В. Гейзенберга та хвильові властивості частинок
39. Хвильова функція та її властивості
40. Рівняння Шредингера для стаціонарних станів
41. Рух частинки в одновимірній потенціалній ямі, квантові числа
42. Атом водню, квантові числа для електрона в атомі. Принцип Паулі та будова таблиці хімічних елементів Д. І. Менделєєва. Спектри випромінювання атомів
43. Будова атома, зарядове і масове числа
44. Дефект маси ядра атома. Ядерні сили та їх властивості
45. Енергія зв'язку ядра атома. Питома енергія зв'язку ядра та її залежність від масового числа. Моделі ядра атома
46. Радіоактивність: α -, β - та γ – випромінювання. Закони зміщення
47. Закони радіоактивного розпаду в диференціальній та інтегральній формі
48. Період напіврозпаду та стала радіоактивного розпаду
49. Активність радіоактивного препарату. Біологічна дія радіоактивного випромінювання. Одиниці вимірювання доз опромінення
50. Ядерні реакції та закони збереження
51. Ланцюгові ядерні реакції поділу важких ядер та їх застосування: АЕС та атомна бомба
52. Реакції термоядерного синтезу легких ядер та їх застосування.

6 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Лопатинський І.Є., Зачек І.Р., Романишин Б.М. Фізика. Підручник. – Львів: Афіша, 2005. – 394 с.
2. Навчальний посібник для студентів вищих технічних і педагогічних закладів освіти / Кучерук І. М., Горбачук І. Т., Луцик П. П; за ред. Кучерука І.М. - К. : Техніка, 1999. Том 1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. - 536 с.
3. Навчальний посібник для студентів вищих технічних і педагогічних закладів освіти / Кучерук І. М., Горбачук І. Т., Луцик П. П; за ред. Кучерука І.М.-К.:Техніка,2001.Том 2: Електрика і магнетизм. - 452 с.
- 4.Навчальний посібник для студентів вищих технічних і педагогічних

закладів освіти / Кучерук І. М., Горбачук І. Т.; за ред. Кучерука І. М. - К.: Техніка, 1999. Том 3: Оптика. Квантова фізика. – 520 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Освітній портал ТДАТУ <http://op.tsatu.edu.ua/course/view.php?id=1331>
2. Наукова бібліотека ТДАТУ <http://www.tsatu.edu.ua/biblioteka/>
3. Сайт кафедри вищої математики і фізики ТДАТУ <http://www.tsatu.edu.ua/vmf/>