

Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
Факультет інформатики, математики та економіки
Кафедра математики і фізики

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теоретична фізика

(повна назва навчальної дисципліни)

Ступінь вищої освіти **перший (бакалаврський)**

Галузь знань **01 Освіта**

(шифр і назва галузі)

Мелітополь, 2020

1. Опис навчальної дисципліни

Назва навчальної дисципліни **Теоретична фізика**

Заклад вищої освіти **Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького**

Факультет **інформатики, математики та економіки**

Кафедра **математики і фізики**

Освітньо-професійна програма **Середня освіта (Математика) першого рівня вищої освіти за спеціальністю 014.04 Середня освіта (Математика) галузі знань 01 Освіта Кваліфікація Вчитель математики**

Мова навчання: українська

Розробники: Сюсюкан Ю.М. старший викладач кафедри математики і фізики

«Затверджено»

На засіданні кафедри
Завідувач кафедри

_____ 2020р.

Найменування показників	Ступінь вищої освіти галузь знань, спеціальність, спеціалізація	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Ступінь вищої освіти: перший (бакалаврський) Галузь знань: 01 Освіта Спеціальність: 014.04 Середня освіта (Математика) Освітньо-професійна програма: Середня освіта (Математика)	Нормативна	
Блоків* – 3 у тому числі: курслова робота – навчальна практика -		Рік підготовки:	
		4-й	4-й
		Семестр	
Загальна кількість годин - 120		8-й	8-й
		Лекції	
		22 год.	12 год.
		Практичні, семінарські	
		22 год.	8 год.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Навчальна практика	
		год.	год.
		Самостійна робота	
	70 год.	100 год.	
	Вид контролю: залік		
Тижневих годин**: аудиторних – 2 год.л., 2год.пр. самостійної роботи студента – 3,5 год. навчальна практика –			

* наводиться цифрою кількість блоків, а також позначається знаком «+» курсова робота та (або) навчальна практика у складі дисципліни за їх наявності.

** за робочим навчальним планом (при різній кількості годин у різних семестрах слід вказати окремо по кожному семестру).

2. Мета навчальної дисципліни

Місце дисципліни у освітній програмі: обов'язкова.

Метою дисципліни є – формування у студентів компетентностей щодо використання глибоких теоретичних знань фізичних законів в поясненні природних явищ, в майбутній педагогічній діяльності при викладанні фізики, математики, для практичного застосування понятійного та категоріального апарату, який є основою природничо-наукових уявлень та концепцій сучасних і перспективних технологій, напрямів і шляхів розвитку в науково-технічній і організаційно-економічній сферах діяльності людини.

Перелік компетентностей, які набуваються під час опанування дисципліною:

1. Здатність до аналізу і синтезу.
2. Здатність застосовувати знання на практиці.
3. Глибоке теоретичне знання фізичних законів, явищ, наукових фактів.
4. Здатність використовувати на практиці основні наукові факти і фундаментальні ідеї, сутність основних фізичних понять і законів, принципів і теорій, які дають змогу пояснити перебіг фізичних явищ і процесів; вміти аналізувати та робити прогнози пов'язані з явищами природного та техногенного характеру, з'ясувати закономірності фізичних явищ і процесів; характеризувати сучасну картину світу; знати наукові основи сучасного виробництва, техніки і технологій.
5. Здатність сформулювати проблему у математичній і символічній формі, щоб полегшити її аналіз та розв'язання.

3. Результати навчання

1. Здатність продемонструвати та застосувати глибокі теоретичні знання з фізики.
2. Здатність виокремлювати компоненти професійної (педагогічної або фізичної) задачі, пояснювати їх взаємозв'язки та розробляти, пропонувати різні шляхи розв'язування задачі.
3. Здатність виявляти помилки та недоліки в фізичних знаннях та уміннях, в логіці міркувань, пояснювати різницю між явищами і наслідками.

4. Здатність студентів володіти наступними етапами діяльності при розв'язуванні задач, які потребують глибоких теоретичних знань пов'язаних з фізикою, як наукою про природу: аналіз фізичної проблеми або опису фізичної ситуації (аналіз умови задачі, визначення відомих параметрів і величин та пошук невідомого); конкретизація фізичної моделі задачі за допомогою графічних форм, математичної моделі, малюнків, схем, графіків тощо; скорочений запис умови задачі, що відтворює фізичну модель задачі в систематизованому вигляді; пошук математичної моделі розв'язку (вибудовування математичної моделі фізичної задачі, запис загальних рівнянь, що відповідають фізичній моделі задачі; здійснення пошуку додаткових параметрів – початкові умови, фізичні константи тощо; приведення загальних рівнянь до конкретних умов); реалізація розв'язку та аналізу одержаних результатів (аналітичне, графічне або чисельне розв'язання рівняння відносно невідомого; аналіз одержаного результату щодо його вірогідності; запис відповіді).

4. Критерії оцінювання

Методи контролю результатів навчання	Максимальна кількість балів та вимоги до їх накопичення
Поточний контроль (відповідь на практичному занятті)	<p style="text-align: center;">5 балів</p> <p><i>5 балів</i> – Розв’язання правильне, супроводжується необхідним повним поясненням і обґрунтуванням, виведення формул правильне, логічне, відображає фізичний зміст, може бути допущена арифметична помилка, яка є наслідком неухважності, і не демонструє незнання фізичних законів або явищ.</p> <p><i>4 бала</i> – Розв’язання супроводжується неповним поясненням, порушено логічно правильний ланцюг міркувань, але відповідь правильна.</p> <p><i>3 бала</i> – Завдання розв’язане правильно, але пояснення неповне, пропущені логічні кроки, відсутня чітка відповідь, може бути допущена арифметична помилка, яка є наслідком неухважності, і не демонструє незнання фізичних законів або явищ.</p> <p><i>2 бала</i> – При розв’язанні зроблені помилкові теоретичні пояснення, слабке знання теорії, неточності, відповідь плутана та не відповідає суті завдання, наслідком яких є часткове розв’язання задачі.</p> <p><i>1 бал</i> – Розв’язання відсутнє, але є намагання надати теоретичні пояснення необхідні для виконання завдання, є спроба застосування формул до розв’язання.</p>
Поточний контроль (реферат, есе, презентація)	<p style="text-align: center;">В сумі 5 балів</p> <p><i>1 бал</i> – Відповідність змісту обраній темі і завданню.</p> <p><i>1 бал</i> – Логічна структурованість матеріалу, ґрунтовність, використання фізичної та математичної моделі, повнота і критичність аналізу фізичної картини.</p> <p><i>1 бал</i> – Успішність виконання завдання, глибина аналізу фізичних явищ, законів, повне розкриття теми.</p> <p><i>1 бал</i> – Літературне, технічне, логічне й естетичне оформлення роботи.</p> <p><i>1 бал</i> – Публічний захист роботи з відповідями на виниклі запитання.</p>
Поточний контроль (самостійні контрольні роботи)	<p style="text-align: center;">5 балів</p> <p>Розподіл балів, як за відповідь на практичному занятті</p>
Поточний контроль (підсумкове тестування)	<p style="text-align: center;">5 балів</p> <p>0,5 бала за кожен правильну відповідь на кожне з 10 тестових завдань</p>
Періодичний контроль (ПМК)	<p style="text-align: center;">30 балів</p> <p>5 балів за кожне з 6 завдань (розподіл балів за кожне завдання, як за відповідь на практичному занятті)</p>
Підсумковий контроль (залік)	<p>Залік: 50 балів – за перший періодичний контроль. 50 балів – за другий періодичний контроль.</p> <p style="text-align: center;"><i>Відповідь на теоретичне питання</i></p> <p><i>20-18 балів</i> – Повна, розгорнута відповідь з розкриттям теоретичних основ фізичних явищ, сформульовано фізичні закони, наведено необхідне математичне доведення, наведено приклади застосування</p>

даного теоретичного питання з необхідним поясненням.

17-15 балів – Відповідь повна, ґрунтовна, сформульовано фізичні закони, але в доведенні порушено правильний ланцюг міркувань, є приклади.

14-12 балів – Відповідь неповна, часткове обґрунтування, сформульований фізичний закон, але в доведенні порушено правильний ланцюг міркувань, відсутні приклади

11-9 балів – Фізичний закон сформульований, дано пояснення, наведено приклади його застосування, але відсутнє математичне та фізичне доведення.

8-6 балів – Сформульовано фізичний закон без пояснень, наведені приклади застосування неточні, не в повній мірі.

5-3 балів – Сформульовано фізичний закон без пояснень, не точно, без математичного доведення, приклади застосування відсутні.

2-1 бали – Питання висвітлено частково.

Розв'язання практичного завдання

20-18 балів – Завдання розв'язано правильно, при цьому проявляється варіативність мислення, раціональність у виборі способу розв'язання, розв'язання супроводжується необхідним повним поясненням і обґрунтуванням.

17-15 балів – Розв'язання супроводжується необхідним повним поясненням і обґрунтуванням, виведення формул правильне, але допущена арифметична помилка, яка є наслідком неуважності, і не демонструє незнання фізичних законів.

14-12 балів – Розв'язання супроводжується неповним поясненням, порушено логічний правильний ланцюг міркувань, але відповідь правильна, допущена арифметична помилка.

11-9 балів – Завдання розв'язується правильно, але пояснення неповне, пропущені логічні кроки, просліджується слабке знання теоретичного матеріалу, відсутня чітка відповідь.

8-6 балів – Розв'язання правильне, але без необхідних логічних пояснень, виведення формул і обґрунтування, просліджується слабке знання теоретичного матеріалу, відсутня чітка відповідь.

5-3 бала – При розв'язанні зроблені помилкові теоретичні пояснення, наслідком яких є частковий розв'язок завдання.

2-1 бал – Розв'язання відсутнє, наведені теоретичні пояснення неточні, просліджується слабке розуміння теоретичного матеріалу та фізичних законів, формули, необхідні для виконання завдання, написані з помилками.

Відповіді на тестові завдання

Тестові завдання: 3 бали – відповідь правильна, 0 балів – відповідь неправильна.

Сума балів за всі види навчальної діяльності	ОцінкаECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		

64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

5. Засоби оцінювання

- залік;
- стандартизовані тести;
- аналітичні звіти, реферати, есе;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;

6. Програма навчальної дисципліни

Блок 1. Механіка Ньютона-Галілея.

Тема 1. Релятивістська і квантова механіка. Глосарій. Механіка Ньютона – Галілея та галузь її застосування. Стан частинки в механіці Ньютона – Галілея.

Система відліку. Хвиля де Бройля. Визначення квантової, класичної та класичної релятивістської механіки. Механіка Ньютона-Галілея.

Тема 2. Інерціальні системи відліку. Маса та імпульс частинки в механіці Ньютона – Галілея. Фундаментальні закони механіки Ньютона – Галілея.

Основна задача механіки Ньютона-Галілея та інерціальні системи відліку. Перший закон Ньютона. Про рівноправність станів спокою і рівномірного прямолінійного руху. Маса та імпульс частинки в механіці Ньютона – Галілея. Фундаментальні закони механіки Ньютона – Галілея.

Тема 3. Механічний принцип відносності.

Рухома та нерухома система координат. Відносність руху.

Тема 4. Перетворення Галілея. Поняття про інваріанти перетворень Галілея. Перетворення Галілея і механічний принцип відносності.

Перетворення Галілея. Додавання швидкостей в механіці Ньютона – Галілея. Інваріанти перетворень Галілея. Проміжок часу (тривалість події). Відстань між точками у просторі. Вектор відносної швидкості. Вектор прискорення. Маса частинки. Сила взаємодії між частинками. Закони руху механіки Ньютона-Галілея.

Блок 2. Основи спеціальної теорії відносності. Релятивістська кінематика.

Тема 5. Принцип відносності в електродинаміці та його експериментальне обґрунтування. Постулати спеціальної теорії відносності.

Принцип відносності у електродинаміці. Дослід Майкельсона-Морлі. Дослід Фізо. Явище аберації світла. Постулати теорії відносності.

Тема 6. Аналіз поняття одночасності подій в кінематиці Ньютона-Галілея та в релятивістській кінематиці.

Місцевий або локальний час. Синхронізація годинників. Одночасність подій в механіці Ньютона-Галілея.

Тема 7. Перетворення Лоренца для координат і моментів часу.

Перетворення Лоренца. Граничний характер швидкості поширення світла. Різний характер перетворення часу в механіці Ньютона – Галілея і теорії відносності.

Тема 8. Основи релятивістської кінематики. Кінематичні наслідки перетворень Лоренца.

Скорочення довжин. Сповільнення ходи годинників. Релятивістський закон додавання швидкостей.

Тема 9. Кінематичні інваріанти перетворень Лоренца. Поняття про чотиривимірний простір подій.

Швидкість світла у вакуумі c . Інтервал між двома подіями. Власний час. Чотиривимірні вектори. Вектор чотиривимірної швидкості та чотиривимірного прискорення як приклади чотиривимірних векторів. Скалярний добуток чотиривимірних векторів; ефект Допплера. Чотиривимірний об'єм.

Тема 10. Поняття про світловий конус. Світові лінії і діаграми Мінковського.

Поняття про світловий конус. Деякі додаткові відомості про геометрію чотиривимірного простору подій. Світові лінії і діаграми Мінковського.

Блок 3. Основи релятивістської динаміки

Тема 11. Маса та імпульс в релятивістській механіці. Релятивістське рівняння руху.

Маса релятивістської частинки та її імпульс. Релятивістський закон руху. Додаткові зауваження щодо властивостей маси в релятивістській механіці. Додаткові відомості про вектор сили і релятивістський закон руху в релятивістській механіці. Релятивістська форма закону руху в механіці. Структура вектора сили в релятивістській механіці. Залежність сили від швидкості.

Тема 12. Виведення виразу для релятивістського імпульсу

Тривимірна складова вектору релятивістського імпульсу. Функціональне рівняння для функції $f(m, v)$.

Тема 13. Енергія в релятивістській механіці. Кінетична енергія релятивістської частинки. Власна енергія матеріального об'єкту як прояв його релятивістських властивостей

Вектор енергії – імпульсу релятивістської частинки, її власна, повна та кінетична енергія. Деякі співвідношення для енергії релятивістської частинки та зауваження щодо маси системи частинок. Безпосередній розрахунок повної енергії релятивістської частинки. Приклад перетворення енергії спокою частинки в інші види енергії: розпад вільного нейтрона.

Тема 14. Релятивістська частинка у зовнішньому потенціальному полі. Зв'язаний стан у релятивістській механіці. Енергія зв'язку релятивістської системи.

Релятивістська частинка у зовнішньому потенціальному полі. Умова створення зв'язаного стану. Енергія зв'язку релятивістської системи.

Тема 15. Перетворення Лоренца для енергії та імпульсу релятивістської частинки.

Використання аналогії між проекціями чотиривимірного радіус-вектора і проекціями чотиривимірного імпульсу. Використання релятивістського закону додавання швидкостей. Граничний перехід до ньютонівської механіки. Про систему центра інерції сукупності релятивістських частинок.

Тема 16. Про момент імпульсу в релятивістській механіці.

Радіус-вектор частинки та її вектор імпульсу. Спін електрона.

Тема 17. Релятивістські закони збереження. Зіткнення і розпад релятивістських частинок.

Пружне зіткнення релятивістських частинок. Ефект Комптона. Випромінювання Вавилова – Черенкова. Самовільний розпад частинки. Непружні зіткнення релятивістських частинок. Ядерні реакції. Поріг та енергія реакції. Народження пари електрон-позитрон (e^-e^+) фотоном у полі атомного ядра. Поріг народження пари нуклон-антинуклон (антипротонний поріг)*. Ідея прискорювачів на зустрічних пучках. Реакція поділу ядер урану.

Тема 18. Перетворення Лоренца для сили в релятивістській динаміці.

Перетворення поздовжньої складової сили. Перетворення поперечної складової сили. Перетворення повної сили.

7. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Блок 1. Механіка Ньютона-Галілея.													
Тема 1. Релятивістська і квантова механіка. Глосарій. Механіка Ньютона – Галілея та галузь її застосування. Стан частинки в механіці Ньютона – Галілея.	7	1	2			4	7	0,5	0,5				6
Тема 2. Інерціальні системи відліку. Маса та імпульс частинки в	5	1	1			3	7	0,5	0,5				6

механіці Ньютона – Галілея. Фундаментальні закони механіки Ньютона – Галілея.												
Тема 3. Механічний принцип відносності.	6	1	1			4	7	0,5	0,5			6
Тема 4. Перетворення Галілея. Поняття про інваріанти перетворень Галілея. Перетворення Галілея і механічний принцип відносності.	7	1	2			4	7	0,5	0,5			6
Разом за блоком 1	25	4	6			15	28	2	2			24
Блок 2. Основи спеціальної теорії відносності. Релятивістська кінематика.												
Тема 5. Принцип відносності в електродинаміці та його експериментальне обґрунтування. Постулати спеціальної теорії відносності.	8	2	2			4	7,25	1	0,25			6
Тема 6. Аналіз поняття одночасності подій в кінематиці Ньютона-Галілея та в релятивістській кінематиці.	5	1	1			3	6,75	0,5	0,25			6
Тема 7. Перетворення Лоренца для координат і моментів часу.	5	1	1			3	6,75	0,5	0,25			6
Тема 8. Основи релятивістської	5	1	1			3	7,25	1	0,25			6

кінематики. Кінематичні наслідки перетворень Лоренца.												
Тема 9. Кінематичні інваріанти перетворень Лоренца. Поняття про чотиривимірний простір подій.	7	1	1			5	7,5	1	0,5			6
Тема 10. Поняття про світловий конус. Світові лінії і діаграми Мінковського.	8	2	2			4	7,5	1	0,5			6
Разом за блоком 2	38	8	8			22	43	5	2			36
Блок 3. Основи релятивістської динаміки												
Тема 11. Маса та імпульс в релятивістській механіці. Релятивістське рівняння руху.	7	1	2			4	7	0,5	0,5			6
Тема 12. Виведення виразу для релятивістського імпульсу.	7	1	2			4	7	0,5	0,5			6
Тема 13. Енергія в релятивістській механіці. Кінетична енергія релятивістської частинки. Власна енергія матеріального об'єкту як прояв його релятивістських властивостей	8	2	2			4	7,5	1	0,5			6
Тема 14. Релятивістська частинка у	7	2	2			3	7,5	1	0,5			6

зовнішньому потенціальному полі. Зв'язаний стан у релятивістській механіці. Енергія зв'язку релятивістської системи.											
Тема 15. Перетворення Лоренца для енергії та імпульсу релятивістської частинки.	6	1	1			4	5	0,5	0,5		4
Тема 16. Про момент імпульсу в релятивістській механіці.	6	1	1			4	5	0,5	0,5		4
Тема 17. Релятивістські закони збереження. Зіткнення і розпад релятивістських частинок.	8	1	2			5	5	0,5	0,5		4
Тема 18. Перетворення Лоренца для сили в релятивістській динаміці.	8	1	2			5	5	0,5	0,5		4
Разом за блоком 3	57	10	14			33	49	5	4		40
Разом	120	22	28			70	120	12	8		100

8. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми лекції та питання, що вивчаються	Кількість годин
1	<p>Тема 1, 2. Релятивістська і квантова механіка. Механіка Ньютона – Галілея. Стан частинки в механіці Ньютона – Галілея. Інерційні системи відліку.</p> <p>1. Система відліку. 2. Хвиля де Бройля. 3. Визначення квантової, класичної та класичної релятивістської механіки. Механіка Ньютона-Галілея. 4. Маса та імпульс частинки в механіці Ньютона – Галілея. 5. Фундаментальні закони механіки Ньютона – Галілея.</p>	2

2	<p>Тема 3, 4 Механічний принцип відносності. Перетворення Галілея. Поняття про інваріанти перетворень Галілея. Перетворення Галілея і механічний принцип відносності.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рухома та нерухома система координат. 2. Перетворення Галілея. Додавання швидкостей в механіці Ньютона – Галілея. 3. Інваріанти перетворень Галілея. 4. Проміжок часу (тривалість події). Відстань між точками у просторі. 5. Вектор відносної швидкості. Вектор прискорення. 6. Маса частинки. Сила взаємодії між частинками. 7. Закони руху механіки Ньютона-Галілея. 	2
3	<p>Тема 5. Принцип відносності в електродинаміці та його експериментальне обґрунтування. Постулати спеціальної теорії відносності.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип відносності у електродинаміці. 2. Дослід Майкельсона-Морлі. 3. Дослід Фізо. 4. Явище аберації світла. 5. Постулати теорії відносності. 	2
4	<p>Тема 6, 7. Аналіз поняття одночасності подій в кінематиці Ньютона-Галілея та в релятивістській кінематиці. Перетворення Лоренца для координат і моментів часу</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Місцевий або локальний час. 2. Синхронізація годинників. Одночасність подій в механіці Ньютона-Галілея. 3. Перетворення Лоренца. 4. Граничний характер швидкості поширення світла. 5. Різний характер перетворення часу в механіці Ньютона – Галілея і теорії відносності. 	2
5	<p>Тема 8, 9. Основи релятивістської кінематики. Кінематичні наслідки перетворень Лоренца. Кінематичні інваріанти перетворень Лоренца. Поняття про чотиривимірний простір подій.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Скорочення довжин. 2. Сповільнення ходи годинників. 3. Релятивістський закон додавання швидкостей. Швидкість світла у вакуумі c. 4. Інтервал між двома подіями. Власний час. 5. Чотиривимірні вектори. Вектор чотиривимірної швидкості та чотиривимірного прискорення як приклади чотиривимірних векторів. 6. Скалярний добуток чотиривимірних векторів; ефект Доплера. Чотиривимірний об'єм. 	2
6	<p>Тема 10. Поняття про світловий конус. Світові лінії і діаграми Мінковського.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про світловий конус. 2. Додаткові відомості про геометрію чотиривимірного простору 	2

	<p>подій.</p> <p>3. Світові лінії і діаграми Мінковського.</p>	
7	<p>Тема 11, 12. Маса та імпульс в релятивістській механіці. Релятивістське рівняння руху. Виведення виразу для релятивістського імпульсу</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Маса релятивістської частинки та її імпульс. 2. Релятивістський закон руху. 3. Релятивістська форма закону руху в механіці. 4. Структура вектора сили в релятивістській механіці. Залежність сили від швидкості. 5. Тривимірна складова вектору релятивістського імпульсу. Функціональне рівняння для функції $f(m, v)$. 	2
8	<p>Тема 13. Енергія в релятивістській механіці. Кінетична енергія релятивістської частинки. Власна енергія матеріального об'єкту як прояв його релятивістських властивостей</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вектор енергії – імпульсу релятивістської частинки, її власна, повна та кінетична енергія. 2. Безпосередній розрахунок повної енергії релятивістської частинки. 3. Приклад перетворення енергії спокою частинки в інші види енергії: розпад вільного нейтрона. 	2
9	<p>Тема 14. Релятивістська частинка у зовнішньому потенціальному полі. Зв'язаний стан у релятивістській механіці. Енергія зв'язку релятивістської системи.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Релятивістська частинка у зовнішньому потенціальному полі. 2. Умова створення зв'язаного стану. 3. Енергія зв'язку релятивістської системи. 	2
10	<p>Тема 15, 16. Перетворення Лоренца для енергії та імпульсу релятивістської частинки. Про момент імпульсу в релятивістській механіці.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Використання аналогії між проєкціями чотиривимірного радіус-вектора і проєкціями чотиривимірного імпульсу. 2. Використання релятивістського закону додавання швидкостей. 3. Граничний перехід до ньютонівської механіки. 4. Про систему центра інерції сукупності релятивістських частинок. 5. Радіус-частинки та її вектор імпульсу. 6. Спін електрона. 	2
11	<p>Тема 17, 18. Релятивістські закони збереження. Зіткнення і розпад релятивістських частинок. Перетворення Лоренца для сили в релятивістській динаміці.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Пружне зіткнення релятивістських частинок. Ефект Комптона. 2. Випромінювання Вавілова – Черенкова. 3. Самовільний розпад частинки. 4. Ядерні реакції. 5. Народження пари електрон-позитрон (e^-e^+) фотоном у полі 	2

	<p>атомного ядра.</p> <p>6. Реакція поділу ядер урану.</p> <p>7. Перетворення поздовжньої складової сили.</p> <p>8. Перетворення поперечної складової сили.</p> <p>9. Перетворення повної сили.</p>	
Разом		22

9. Теми практичних занять.

№ з/п	Назва теми та питання, що вивчаються	Форми контролю	Кількість годин
1.	<p>Релятивістська і квантова механіка. Механіка Ньютона – Галілея. Застосування фундаментальних законів механіки Ньютона – Галілея.</p> <p>Основна задача механіки Ньютона-Галілея та інерціальні системи відліку. Перший закон Ньютона. Про рівноправність станів спокою і рівномірного прямолінійного руху. Визначення маси та імпульсу частинки в механіці Ньютона – Галілея. Фундаментальні закони механіки Ньютона – Галілея. Визначення системи відліку. Хвиля де Бройля. Визначення квантової, класичної та класичної релятивістської механіки. Механіка Ньютона-Галілея.</p>	усне опитування, письмовий контроль	2
2.	<p>Перетворення Галілея. Поняття про інваріанти перетворень Галілея. Перетворення Галілея і механічний принцип відносності.</p> <p>Додавання швидкостей в механіці Ньютона – Галілея. Інваріанти перетворень Галілея. Визначення відстані між точками у просторі. Вектор відносної швидкості. Вектор прискорення. Маса частинки. Сила взаємодії між частинками. Закони руху механіки Ньютона-Галілея.</p>	усне опитування, письмовий контроль	2
3.	<p>Принцип відносності в електродинаміці та його застосування. Постулати спеціальної теорії відносності.</p> <p>Принцип відносності у електродинаміці. Дослід Майкельсона-Морлі. Дослід Фізо. Явище аберації світла. Постулати теорії відносності.</p>	усне опитування, письмовий контроль	2

4.	<p>Аналіз поняття одночасності подій в кінематиці Ньютона-Галілея та в релятивістській кінематиці. Перетворення Лоренца для координат і моментів часу Місцевий або локальний час. Синхронізація годинників. Рішення задач на перетворення Лоренца.</p>	усне опитування, письмовий контроль	2
5.	<p>Основи релятивістської кінематики. Кінематичні наслідки перетворень Лоренца. Рішення задач. Скорочення довжин. Сповільнення ходи годинників. Визначення часу. Релятивістський закон додавання швидкостей. Швидкість світла у вакуумі c. Чотиривимірні вектори. Вектор чотиривимірної швидкості та чотиривимірною прискорення як приклади чотиривимірних векторів. Скалярний добуток чотиривимірних векторів; ефект Доплера. Чотиривимірний об'єм.</p>	усне опитування, письмовий контроль	2
6.	<p>Поняття про світловий конус. Світові лінії і діаграми Мінковського. Рішення задач. Поняття про світловий конус. Деякі додаткові відомості про геометрію чотиривимірною простору подій. Світові лінії на діаграмі Мінковського.</p>	усне опитування, письмовий контроль	2
7.	<p>Маса та імпульс в релятивістській механіці. Релятивістське рівняння руху. Рішення задач. Визначення маси релятивістської частинки та її імпульс. Релятивістський закон руху. Релятивістська форма закону руху в механіці. Структура вектора сили в релятивістській механіці. Залежність сили від швидкості.</p>	усне опитування, письмовий контроль	2
8.	<p>Виведення виразу для релятивістського імпульсу. Рішення задач. Тривимірною складовою вектору релятивістського імпульсу. Функціональне рівняння для функції $f(m, v)$.</p>	усне опитування, письмовий контроль	2
9.	<p>Енергія в релятивістській механіці. Кінетична енергія релятивістської частинки. Власна енергія матеріального об'єкту. Вектор енергії – імпульсу релятивістської частинки, її власна, повна та кінетична енергія. Деякі співвідношення для енергії релятивістської частинки та зауваження щодо маси системи частинок. Безпосередній розрахунок повної енергії релятивістської частинки. Приклад перетворення енергії спокою частинки в інші</p>	усне опитування, письмовий контроль	2

	види енергії: розпад вільного нейтрона.		
10.	<p>Релятивістська частинка у зовнішньому потенціальному полі. Енергія зв'язку релятивістської системи. Перетворення Лоренца для енергії Рішення задач.</p> <p>Релятивістська частинка у зовнішньому потенціальному полі. Умова створення зв'язаного стану. Розрахунок енергії зв'язку релятивістської системи. Використання аналогії між проекціями чотиривимірного радіус-вектора і проекціями чотиривимірного імпульсу. Використання релятивістського закону додавання швидкостей. Радіус-вектор частинки та її вектор імпульсу. Спін електрона.</p>	усне опитування, письмовий контроль	2
11.	<p>Релятивістські закони збереження. Зіткнення і розпад релятивістських частинок. Перетворення Лоренца для сили. Рішення задач.</p> <p>Пружне зіткнення релятивістських частинок. Ефект Комптона. Випромінювання Вавілова – Черенкова. Самовільний розпад частинки. Непружні зіткнення релятивістських частинок. Поріг та енергія реакції. Реакція поділу ядер урану. Перетворення поздовжньої складової сили. Перетворення поперечної складової сили. Перетворення повної сили.</p>	усне опитування, письмовий контроль	2
Разом			22

10. Самостійна робота

Теми для самостійного опрацювання

№ з/п	Теми і перелік питань, що винесені на самостійне вивчення
I навчальний семестр	
1.	Тема 1. Релятивістська і квантова механіка. Глосарій. Механіка Ньютона – Галілея та галузь її застосування. Стан частинки в механіці Ньютона – Галілея.

	Система відліку. Хвиля де Бройля. Визначення квантової, класичної та класичної релятивістської механіки. Механіка Ньютона-Галілея.
2.	Тема 2. Інерціальні системи відліку. Маса та імпульс частинки в механіці Ньютона – Галілея. Основна задача механіки Ньютона-Галілея та інерціальні системи відліку. Перший закон Ньютона. Про рівноправність станів спокою і рівномірного прямолінійного руху. Визначення маси та імпульсу частинки згідно з механікою Ньютона – Галілея.
3.	Тема 3. Фундаментальні закони механіки Ньютона – Галілея. Механічний принцип відносності. Фундаментальні закони механіки Ньютона – Галілея. Рухома та нерухома система координат. Відносність руху.
4.	Тема 4. Перетворення Галілея. Поняття про інваріанти перетворень Галілея. Перетворення Галілея і механічний принцип відносності. Перетворення Галілея. Додавання швидкостей в механіці Ньютона – Галілея. Інваріанти перетворень Галілея. Проміжок часу (тривалість події). Відстань між точками у просторі. Вектор відносної швидкості. Вектор прискорення. Маса частинки. Сила взаємодії між частинками. Закони руху механіки Ньютона-Галілея.
5.	Тема 5. Принцип відносності в електродинаміці та його експериментальне обґрунтування. Постулати спеціальної теорії відносності. Принцип відносності у електродинаміці. Дослід Майкельсона-Морлі. Дослід Фізо. Явище аберації світла. Постулати теорії відносності.
6.	Тема 6. Аналіз поняття одночасності подій в кінематиці Ньютона-Галілея та в релятивістській кінематиці. Місцевий або локальний час. Синхронізація годинників. Одночасність подій в механіці Ньютона-Галілея.
7.	Тема 7. Перетворення Лоренца для координат і моментів часу Перетворення Лоренца. Граничний характер швидкості поширення світла. Різний характер перетворення часу в механіці Ньютона – Галілея і теорії відносності.
8.	Тема 8. Основи релятивістської кінематики. Кінематичні наслідки перетворень Лоренца. Скорочення довжин. Сповільнення ходи годинників. Релятивістський закон додавання швидкостей. Швидкість світла у вакуумі c . Інтервал між двома подіями. Власний час.
9.	Тема 9. Кінематичні інваріанти перетворень Лоренца. Поняття про чотиривимірний простір подій. Чотиривимірні вектори. Вектор чотиривимірної швидкості та чотиривимірного прискорення як приклади чотиривимірних векторів. Скалярний добуток чотиривимірних векторів; ефект Доплера. Чотиривимірний об'єм.
10.	Тема 10. Поняття про світловий конус. Світові лінії і діаграми Мінковського. Поняття про світловий конус. Деякі додаткові відомості про геометрію чотиривимірному простору подій. Світові лінії і діаграми Мінковського.
11.	Тема 11. Маса та імпульс в релятивістській механіці. Релятивістське рівняння руху.

	<p>Маса релятивістської частинки та її імпульс. Релятивістський закон руху. Додаткові зауваження щодо властивостей маси в релятивістській механіці. Додаткові відомості про вектор сили і релятивістський закон руху в релятивістській механіці. Релятивістська форма закону руху в механіці. Структура вектора сили в релятивістській механіці. Залежність сили від швидкості.</p>
12.	<p>Тема 12. Виведення виразу для релятивістського імпульсу Тривимірний складовий вектор релятивістського імпульсу. Функціональне рівняння для функції $f(m, v)$.</p>
13.	<p>Тема 13. Енергія в релятивістській механіці. Кінетична енергія релятивістської частинки. Власна енергія матеріального об'єкту як прояв його релятивістських властивостей Вектор енергії – імпульсу релятивістської частинки, її власна, повна та кінетична енергія. Деякі співвідношення для енергії релятивістської частинки та зауваження щодо маси системи частинок. Безпосередній розрахунок повної енергії релятивістської частинки. Приклад перетворення енергії спокою частинки в інші види енергії: розпад вільного нейтрона.</p>
14.	<p>Тема 14. Релятивістська частинка у зовнішньому потенціальному полі. Зв'язаний стан у релятивістській механіці. Енергія зв'язку релятивістської системи. Релятивістська частинка у зовнішньому потенціальному полі. Умова створення зв'язаного стану. Енергія зв'язку релятивістської системи.</p>
15.	<p>Тема 15. Перетворення Лоренца для енергії та імпульсу релятивістської частинки. Використання аналогії між проекціями чотиридимірного радіус-вектора і проекціями чотиридимірного імпульсу. Використання релятивістського закону додавання швидкостей. Граничний перехід до ньютонівської механіки.</p>
16.	<p>Тема 16. Про момент імпульсу в релятивістській механіці. Про систему центра інерції сукупності релятивістських частинок. Радіус-вектор частинки та її вектор імпульсу. Спін електрона.</p>
17.	<p>Тема 17. Релятивістські закони збереження. Зіткнення і розпад релятивістських частинок. Пружне зіткнення релятивістських частинок. Ефект Комптона. Випромінювання Вавілова – Черенкова. Самовільний розпад частинки. Непружні зіткнення релятивістських частинок. Ядерні реакції. Поріг та енергія реакції. Народження пари електрон-позитрон (e^-e^+) фотоном у полі атомного ядра. Поріг народження пари нуклон-антинуклон (антипротонний поріг)*. Ідея прискорювачів на зустрічних пучках. Реакція поділу ядер урану.</p>
18.	<p>Тема 18. Перетворення Лоренца для сили в релятивістській динаміці. Перетворення поздовжньої складової сили. Перетворення поперечної складової сили. Перетворення повної сили.</p>

1. Методи контролю

1. Усне опитування.
2. Письмовий контроль.
3. Тестування.

4. Залік.

12. Рекомендована література**Основна**

1. П 23 Основи теорії відносності: навч. пос. / М.Ш. Певзнер, – М-во освіти і науки України, Держ. вищ. навч. заклад «Нац. гірн. ун-т». – Д. : ДВНЗ «НГУ», 2013. – 155 с.
2. Кучерук І.М. Загальний курс фізики : в 3 т. / І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцік. – К. : «Техніка», 1999 –.– Т. 10: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – 1999. – 536 с.
3. Гаркуша І.П. Загальний курс фізики. Збірник задач / І.П. Гаркуша, І.Т. Горбачук, В.П. Курінний, І.М. Кучерук, М.Ш. Певзнер. – К. : «Техніка», 2003. – 560 с.
4. Збірник задач з квантової механіки / І.О. Вакарчук, Т.В. Кулій, О.В. Книгініцький, В.М. Ткачук. – Львів: Ред.-вид. відділ Львів. ун-ту, 1996. – 32 с.

Допоміжна

1. Эйнштейн А. Сущность теории относительности / А. Эйнштейн. – М. : Изд. ин. лит., 1955. – 157 с.
2. Вакарчук С.О., Демків Т.М., Мягкота С.В. Фізика. – Львів: Видавн. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2010.
3. Волков О.Ф., Лумпієва Т.П. Курс фізики: У 2-х т. Т.2: Коливання і хвилі. Хвильова і квантова оптика. Елементи квантової механіки. Основи фізики твердого тіла. Елементи фізики атомного ядра. Навчальний посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – 208 с.

13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. навчальний план і навчальна програма (на сайті ЦОДТ МДПУ <http://www.dfn.mdpu.org.ua/>);
2. методичні вказівки до практичних занять і організації самостійної роботи (на сайті ЦОДТ МДПУ);
3. електронні версії підручників, навчальних посібників, тексти лекцій (на сайті ЦОДТ МДПУ);
4. електронні версії практикумів, збірників задач і вправ (на сайті ЦОДТ МДПУ).
5. <http://fizikuser.blogspot.com/>
6. <https://rogvetkoledg.in.ua/?cat=19>
7. <https://library.kre.dp.ua/Books/2-4%20kurs/%D0%A4%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%94%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0/Landzberg-fizika-t2-elektrichestvo.pdf>
<http://fizkaf.kpnu.edu.ua/elektronna-biblioteka/>