

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. О. СУХОМЛИНСЬКОГО**

Кафедра фізики та математики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної
роботи _____ О. А. Кузнецова
_____ 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЗАГАЛЬНА ФІЗИКА
(ФІЗИКА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК ТА ЯДРА)**

Освітній ступінь Бакалавр

Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка

спеціальність 014 Середня освіта

спеціалізація 014.08 Фізика

Освітня програма: Середня освіта: фізика, математика

2022-2023 навчальний рік

ПРОЄКТ

Робоча програма навчальної дисципліни «Загальна фізика (Фізика елементарних частинок та ядра)» для студентів спеціальності 014 Середня освіта, спеціалізації 014.08 Фізика.

Розробник: Дінжос Роман Володимировч, завідувач кафедри фізики та математики, доктор технічних наук, професор _____ Дінжос Р. В.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики та математики
Протокол № __ від «__» _____ 2012 р.

Завідувач кафедри фізики та математики

_____ Дінжос Р. В.

«__» _____ 2022 р.

Програму погоджено з гарантом ОП Середня освіта: фізика, математика

Гарант ОП

_____ Манькусь І. В.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни		
		<i>денна форма навчання</i>		
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка	Нормативна		
	Напрямок підготовки: 014 Середня освіта			
	Спеціальність: 014.08 Середня освіта (Фізика)	<i>Рік підготовки:</i>		
		4-й		
		<i>Семестр</i>		
Загальна кількість годин – 150.		7-й		
		<i>Лекції</i>		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4. самостійної роботи студента – 4.		Ступінь бакалавр	36 год.	
			<i>Індивідуальні</i>	
	<i>Лабораторні</i>			
	36 год.			
	<i>Практичні</i>			
	18 год.			
<i>Самостійна робота</i>				
	60 год.			
	Вид контролю: екзамен			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 180 год.: 90 год. – аудиторні заняття, 90 год. – самостійна робота (50% / 50%).

2. Мета і завдання навчальної дисципліни

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Фізика (Фізика елементарних частинок та ядра)» є оволодіння студентами основними фундаментальними уявленнями про характеристики стабільних ядер, експериментальні методи досліджень ядер та ядерних сил, про моделі атомних ядер, про природні та штучні перетворення ядер, про використання ядерних реакцій у енергетиці, про космічне випромінювання та характеристики елементарних частинок.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Фізика (Фізика елементарних частинок та ядра)» є: формування активного методу мислення при розгляді явищ мікросвіту. Одержання навичок застосування фундаментальних знань до розв'язку конкретних практичних та інженерних задач. Формування навичок експериментальної роботи з фізичними приладами для вимірів радіоактивності, дослідження ядерних реакцій та космічного випромінювання. Ознайомлення студентів з нерозривним зв'язком фізики з технікою та іншими науками. Дати студентам початкові відомості про фізичні процеси, на яких ґрунтується дія ядерних реакторів.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студент оволодіває такими компетентностями:

I. Загальнопредметні:

- міцні та ґрунтовні знання з навчальної дисципліни;
- уміння застосовувати здобуті знання у практичній діяльності;
- володіння технікою проведення наукового експерименту;
- уміння та навички здійснення основних мисленнєвих операцій (аналізувати, систематизувати, узагальнювати тощо);
- уміння розв'язувати розрахункові та ситуаційні задачі;
- навички самостійної навчальної діяльності, самовдосконалення, рефлексії;
- уміння працювати в парі, колективі тощо.

II. Фахові:

- Експериментальне дослідження властивостей фізичної системи; явищ і процесів у фізичній системі
- Вміти формулювати основні властивості атомних ядер.
- Вміти проводити вимірювання фізичних величин у ядерній фізиці.
- Вміти охарактеризувати основні властивості ядерних сил.
- Вміти формулювати основні закономірності і теоретичні уявлення про механізми α -, β -, γ -розпаду.
- Вміти описати моделі атомних ядер.
- Вміти розрізняти ядерні реакції за їх класифікацією, механізми протікання ядерних реакцій.
- Вміти характеризувати реакцію поділу атомних ядер та її практичне використання.

- Вміти застосовувати основні положення та систематику фізики елементарних частинок.
- Вимірювання фізичної величини, яка характеризує фізичну систему, явище або процес у фізичній системі
- Вміти застосовувати основні закони ядерної фізики до розв'язку задач.
- Вміти аналізувати ядерні процеси із застосуванням вивчених закономірностей.
- Вміти пояснити роль фундаментальних закономірностей, наприклад, законів збереження, правил відбору, принципів заборони в ядерних процесах і процесах з участю елементарних частинок.
- Вміти розв'язувати основні типи задач ядерної фізики та фізики елементарних частинок, переходити від одних одиниць вимірювання до інших.
- Вміти відібрати матеріал що може бути використаний при вивченні фізики в середній школі, та використаний у практичних цілях.

3. Програма навчальної дисципліни

Кредит 1. ВЛАСТИВОСТІ СТАБІЛЬНИХ ЯДЕР.

1. Вступ. Предмет і задачі курсу. Основні етапи розвитку фізики ядра і елементарних частинок. Значення і роль фізики атомного ядра в науково - технічному прогресі. Масштаби явищ мікросвіту. Одиниці енергії і маси мікрочастинок.

2. Основні характеристики стабільних ядер. Дослід Резерфорда по розсіянню альфа-частинок. Ядро як система взаємодіючих протонів і нейтронів. Заряд ядра, масове число і маса ядра. Ізотопи. Изобари. Енергія зв'язку ядра. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра. Магічні числа. Стабільні і радіоактивні ядра. Квантові характеристики ядер. Спін і магнітний момент ядра. Ядерний магнетон. Електричний квадрупольний момент ядра. Квантово-механічний опис ядерних станів. Парність хвильової функції. Властивості симетрії хвильових функцій для тотожних частинок. Бозони і ферміони. Принцип Паулі.

Кредит 2. МОДЕЛІ АТОМНИХ ЯДЕР.

3. Нуклон-нуклонні взаємодії. Методи вивчення ядерних сил. Ефективний переріз взаємодії нуклонів, потенціальна енергія взаємодії. Дейтрон – зв'язаний стан протона і нейтрона. Основні характеристики дейтрона. Тензорний характер ядерних сил. Магнітний квадрупольний моменти дейтрона. Обмінний характер ядерних сил. Мезонна теорія. Оцінка маси π -мезона. Властивість насичення ядерних сил. Розсіяння нейтронів на протонах. Залежність ядерних сил від орієнтації спінів нуклонів. Зарядова незалежність ядерних сил.

4. Моделі атомних ядер. Фізичне обґрунтування оболонкової структури ядра. Потенціал усередненого ядерного поля. Сильна спін-орбітальна взаємодія. Одночастинкові стани в усередненому ядерному потенціалі. Пояснення спінів і парностей станів ядер в моделі оболонок. Поняття про багато частинкову модель

оболонок. Колективні властивості ядер. Обертальні і коливальні стани ядер. Деформовані ядра.

Кредит 3. ПРИРОДНА І ШТУЧНА РАДІОАКТИВНІСТЬ.

5. Альфа-розпад. Статистичний характер розпаду. Закон радіоактивного розпаду. Спектри альфа-частинок. Залежність періоду альфа-розпаду від енергії альфа-частинок. Елементи теорії альфа розпаду. Тунельний ефект. Визначення розмірів ядер за даними альфа-розпаду.

6. Бета-розпад. Види бета-розпаду. Енергетичні спектри електронів. Експериментальне доведення існування нейтрино. Елементи теорії бета-розпаду. Поняття про слабкі взаємодії. Проблема маси нейтрино.

Кредит 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ.

7. Гамма - розпад. Електричні і магнітні переходи, Правила відбору по парності та моменту для гамма-переходів. Ймовірності переходів для різних мультиполей. Ядерна ізомерія. Внутрішня конверсія. Ефект Мессбауера та його застосування у фізиці.

8. Експериментальні методи ядерної фізики. Детектори ядерного випромінювання. Фізичні принципи роботи циклічних прискорювачів - бетатрон, циклотрон мікротрон. Принцип автофазування та його використання для прискорення релятивістських частинок (протонів, електронів). Сучасні методи одержання пучків високих енергій. Зустрічні пучки.

Кредит 5. ЯДЕРНІ РЕАКЦІЇ.

9. Ядерні реакції. Перерізи реакцій. Канали ядерних реакцій. Закони збереження. Модель складеного ядра. Резонансні ядерні реакції. Формула Брейта-Вігнера. Прямі ядерні реакції. Визначення квантових характеристик ядерних станів. Реакції під дією гамма-квантів, нейтронів та іонів. Особливості реакцій під дією гамма-квантів, електронів, і багатозарядних іонів. Трансуранові елементи.

10. Поділ атомних ядер. Синтез легких ядер. Поділ атомних ядер. Основні експериментальні дані про поділ ядер. Елементарна теорія поділу. Параметр ділення. Спонтанний поділ. Ділення ізотопів урану під дією нейтронів. Ланцюгова реакція. Коефіцієнт розмноження. Особливості побудови окремих типів реакторів. Функціональна схема атомної електростанції. Ядерні реакції на зірках. Проблеми керованого термоядерного синтезу. Критерій Лоусона. Квазістаціонарні та імпульсні системи реалізації керованого термоядерного синтезу.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	сп
1	2	3	4	5	6	7
Кредит 1. ВЛАСТИВОСТІ СТАБІЛЬНИХ ЯДЕР.						
Тема 1. Вступ до фізики елементарних частинок та ядра	15	2	2	4		10
Тема 2. Основні характеристики стабільних ядер	15	4	2	2		5
Кредит 2. МОДЕЛІ АТОМНИХ ЯДЕР.						
Тема 3. Нуклон-нуклонні взаємодії	13	2	2	2		5
Тема 4. Моделі атомних ядер	16	4	2	4		5
Кредит 3. ПРИРОДНА І ШТУЧНА РАДІОАКТИВНІСТЬ.						
Тема 5. Альфа-розпад	15	2	2	4		5
Тема 6. Бета-розпад	15	4		2		10
Кредит 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ.						
Тема 7. Гамма - розпад.	15	2	2	4		5
Тема 8. Експериментальні методи ядерної фізики.	16	4	2	2		5
Кредит 5. ЯДЕРНІ РЕАКЦІЇ.						
Тема 9. Ядерні реакції. Перерізи реакцій.	15	4	2	4		5
Тема 10. Поділ атомних ядер. Синтез легких ядер.	15	8	2	8		5
Усього годин:	150	36	18	36		60

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Основи РБ, ТБ. Інструктаж на робочому місці. Звітність про роботу.	2
2.	Визначення постійної Планка за спектром атома водню	4
3.	Вивчення будови, принципу дії та використання лазерів	2
4.	Вивчення поглинання іонізуючого випромінювання речовини за допомогою лічильника Гейгера–Мюллера	2
5.	Розподіл Пуассона	2
6.	Вивчення теплового випромінювання	2
7.	Визначення сталої Планка методом затримуючого потенціалу	4

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Кредит 1. ВЛАСТИВОСТІ СТАБІЛЬНИХ ЯДЕР.		
1.	Розвиток фізики ядра в період до 1931 року.	2
2.	Розвиток фізики ядра в період з 1931 по 1945 роки.	2
3.	Розвиток фізики ядра в період з 1946 по 1960 роки.	2
4.	Розвиток фізики ядра в період після 1960 року.	2
Кредит 2. МОДЕЛІ АТОМНИХ ЯДЕР.		
5.	Масштаби явищ мікросвіту.	2
6.	Основні характеристики атомного ядра. Склад ядра.	2
7.	Характеристики протонів і нейтронів. Ізотопи, ізобари, дзеркальні ядра	2
8.	Енергія зв'язку ядра. Умова стабільності, розпаду ядра.	2
Кредит 3. ПРИРОДНА І ШТУЧНА РАДІОАКТИВНІСТЬ.		
9.	Квантові характеристики атомного ядра. Спін, магнітний момент. Ядерний магнетон.	2
10.	Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра.	2
11.	Парність ядер. Електричний квадрупольний момент.	2
12.	Методи вивчення ядерних сил. Ефективний переріз взаємодії нуклонів.	2
Кредит 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ.		
13.	Дейтрон, його структура, характеристики. Дейтрон - зв'язаний стан в р-п системі. Хвильова функція дейтрона.	4
14.	Обмінний характер ядерних сил. Мезонна теорія. Оцінка маси π -мезона.	4
15.	Трекові детектори - бульбашкова камера, іскрова камера, камера Вільсона. Детекторні комплекси для фізики	4

	високих енергій на колайдерах. Прискорювачі електронів. Бетатрон, мікротрон, синхротрон. Прискорювачі протонів, дейтронів - циклотрон, синхроциклотрон. Колайдери. Комплекси прискорювачів для досліджень на зустрічних пучках	
16.	Радіоактивність, загальні закономірності. Статистичний характер радіоактивного розпаду.	4
Кредит 5. ЯДЕРНІ РЕАКЦІЇ.		
17.	Тунельні переходи.	4
18.	Ядерні перетворення під дією α -частинок, протонів, нейтронів, дейтронів і γ -квантів.	4
19.	Нейтрино. Дослід Аллена, дослід Рейнса.	4
20.	Гамма-випромінювання ядер. Мультипольність гамма-переходів.	4
21.	Ефект Мессбауера. Досліди Мессбауера. Суть ефекту Мессбауера.	4
	Разом	60

7. Методи навчання

I. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності.

1) За джерелом інформації:

- Словесні: лекція (традиційна, проблемна, лекція-прес-конференція) із застосуванням комп'ютерних інформаційних технологій (PowerPoint – Презентація), семінари, пояснення, розповідь, бесіда.
- Наочні: спостереження, ілюстрація, демонстрація.
- Практичні: вправи.

2) За логікою передачі і сприймання навчальної інформації: індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні.

3) За ступенем самостійності мислення: репродуктивні, пошукові, дослідницькі.

4) За ступенем керування навчальною діяльністю: під керівництвом викладача; самостійна робота студентів: з книгою; виконання індивідуальних навчальних проектів.

II. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

1) Методи стимулювання інтересу до навчання: навчальні дискусії; інтерактивні методи навчання, створення ситуацій пізнавальної новизни та зацікавленості.

8. Методи контролю

Комплексна діагностика знань, умінь та навичок студентів з кожної дисципліни здійснюється на основі результатів проведення поточного підсумкового контролю знань.

Об'єктом рейтингового оцінювання знань студентів є програмний матеріал дисципліни, засвоєння якого перевіряється під час контролю.

Завданням поточного контролю є систематична перевірка розуміння та засвоєння програмного матеріалу, виконання практичних, лабораторних робіт, умінь самостійно опрацювати тести, складання конспекту, написання звіту, реферату, здатності публічно чи письмово представляти певний матеріал.

Завданням підсумкового контролю є підсумкова перевірка глибини засвоєння студентом програного матеріалу дисципліни, логіки та взаємозв'язків між окремими її розділами, здатність творчого використання набутих знань, умінь сформулювати своє ставлення до певної проблеми, що впливає зі змісту дисципліни тощо.

При комплексній оцінці успішності викладач визначає види робіт та критерії оцінювання з урахуванням особливостей навчальної дисципліни, обсягу годин, відведених навчальним планом, контингенту студентів.

1.1. Критеріями оцінювання можуть бути:

а) при усних відповідях:

- повнота розкриття питання;
- логіка викладення, культура мови;
- впевненість, емоційність та аргументованість;
- використання основної та додаткової літератури (підручників, навчальних посібників, журналів, інших періодичних видань тощо);
- аналітичні міркування, вміння робити порівняння, висновки.

б) при виконанні письмових завдань:

- повнота розкриття питання;
- цілісність, систематичність, логічна послідовність, вміння формулювати висновки;
- акуратність оформлення письмової роботи;
- підготовка матеріалу за допомогою комп'ютерної техніки, різних технічних засобів (плівок, слайдів, приладів, схем тощо).

Критерії комплексного оцінювання повинні доводитись до студентів на початку викладання навчальної дисципліни.

1.2. Для визначення ступеня оволодіння навчальним матеріалом із подальшим його оцінюванням застосовується наступний рівень досягнень студентів.

Високий рівень. Студент вільно володіє навчальним матеріалом на підставі вивченої основної та додаткової літератури, аргументовано висловлює свої думки, проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.

Достатній рівень. Студент володіє певним обсягом навчального матеріалу, здатний його аналізувати, але не має достатніх знань та вмінь для формулювання висновків, допускає несуттєві неточності.

Задовільний рівень. Студент володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або володіє частиною навчального матеріалу, вміє використовувати знання в стандартних ситуаціях.

Низький рівень. Студент володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно.

Незадовільний рівень. Студент не володіє навчальним матеріалом.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Навчальні досягнення студентів із дисципліни «Фізика (фізика елементарних частинок та ядра)» оцінюються за кредитно-трансферною системою, в основу якої покладено принцип поопераційної звітності, обов'язковості контролю по кожному кредиту, накопичувальної системи оцінювання рівня знань, умінь та навичок; розширення кількості підсумкових балів до 100.

Кожний кредит включає бали за поточну роботу студента на практичних заняттях, виконання самостійної роботи, індивідуальну роботу, контрольну роботу.

Виконання контрольних робіт здійснюється з використанням роздрукованих завдань або у тестовій формі.

Контроль знань студентів здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу кредиту.

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, на практичних заняттях, під час виконання самостійної та індивідуальної навчально-дослідної роботи залежить від дотримання таких вимог:

- своєчасність виконання навчальних завдань;
- повний обсяг їх виконання;
- якість виконання навчальних завдань;
- самостійність виконання;
- творчий підхід у виконанні завдань;
- ініціативність у навчальній діяльності.

Розподіл балів, отриманих студентами

Номер та назва кредиту	№ теми	Робота на практичних заняттях	Виконання та захист лабораторних робіт	Самостійна робота	Тестування	Контроль на робота
Кредит 1. ВЛАСТИВОСТІ СТАБІЛЬНИХ ЯДЕР.	1	10	10	30	10	
	2		10	30		
Всього за кредит	100	10	20	60	10	
Кредит 2. МОДЕЛІ АТОМНИХ ЯДЕР	1	10	10	30		
	2		10	30		10
Всього за кредит	100	10	20	60		10
Кредит 3. ПРИРОДНА І ШТУЧНА РАДІОАКТИВНІСТЬ.	1	10	10	30	10	
	2		10	30		
Всього за кредит	100	10	20	60	10	
Кредит 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ	1	10	10	30		
	2		10	30		10
Всього за кредит	100	10	20	60		10

Кредит 5. ЯДЕРНІ РЕАКЦІЇ.	1	10	10	30	10	
	2		10	30		
Всього за кредит	100	10	20	60	10	
Всього балів	500					

Шкала оцінювання: національна та ECTS

ОЦІНКА ЄКТС	СУМА БАЛІВ	ОЦІНКА ЗА НАЦІОНАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ	
		екзамен	залік
A	90-100	5 (відмінно)	5/відм./зараховано
B	80-89	4 (добре)	4/добре/ зараховано
C	65-79		
D	55-64	3 (задовільно)	3/задов./ зараховано
E	50-54		
FX	35-49	2 (незадовільно)	Не зараховано

10. Методичне забезпечення

1. Навчально-методичний комплекс.

11. Рекомендована література**Базова**

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. т.1. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. т.2. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 376 с.
- 3.
4. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. – М.: Высшая школа, 1991. – 271 с.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная физика. – т.5, ч.1 – М.: Высшая школа, 1985. – 419 с.
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Ядерная физика. – т.5, ч.2 – М.: Высшая школа, 1987. – 417 с.
7. Кучерук І.М., Душенко В.П. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. – К.: Вища школа, 1991. – 463 с.
8. Бушок Г.Ф., Півень Г.Ф. Курс фізики. – К.: Вища школа, 1982, ч.2. – 279 с.
9. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики, книга 2. – К.: Либідь, 2001. – 422 с.
10. Гершензон Е.М., Малов Н.Н. Курс общей физики. Оптика и атомная физика. – М.: Просвещение, 1981.
11. Вальтер А.К., Залюбовский И.И. Ядерная физика. – Харьков: Основа, 1991. – 479 с.
12. Чолпан П.П. Основи фізики. – К.: Вища школа, 1995. – 488 с.
13. Ракобольская И.В. Ядерная физика. – М.: МГУ, 1982. – 412 с.
14. Вихман Э. Берклеевский курс физики. Квантовая физика. – Беркли: Калифорнийский университет, 2000. – 391 с.

Допоміжна

15. Дущенко В.П. Фізичний практикум. ч.2. – К.: Вища школа, 1981. – 642 с.
16. Енохович А.С. Справочник по физике. – М.: Просвещение, 1978. – 415 с.
17. Біленко І.І. Фізичний словник. – К.: Вища школа, 1979. – 336 с.
18. Ширков Д.В. Маленькая энциклопедия. Физика микромира. – М.: Советская энциклопедия, 1980. – 528 с.

Збірники задач

1. Иродов И.Е. Сборник задач по общей физики. – М.: Наука, 1988. – 447 с.
2. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике. – М.: Высшая школа, 1991. – 175 с.
3. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М.: Наука, 1985.
4. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. – М.: Высшая школа, 1981.
5. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. – М.: Наука, 1982.

12. Інформаційні ресурси

1. Курси із загальної фізики: www.ph4s.ru/kurs_ob_ph.html;
2. 500 якісних задач з фізики:
www.ruthenia.info/txt/biletskv/pijunkinaa/fiz/index.html;
3. Для тих, хто хоче знати більше – Фізика!:
www.4uth.gov.ua/education/fizika/r5.htm