

МЕХАНІКА

ВСТУП

Предмет фізики. Місце фізики серед інших природничих наук. Роль фізики в науково-технічному прогресі. Предмет і задачі механіки.

КІНЕМАТИКА

Предмет та явища досліджень кінематики. Матеріальна точка. Координатний та векторний способи опису руху. Радіус вектор. Системи координат. Операції з векторами. Траєкторія, шлях, переміщення. Вектор переміщення.

Швидкість. Середня швидкість. Миттєва швидкість. Прискорення. Середнє прискорення. Миттєве прискорення. Рівномірний прямолінійний рух. Рівноприскорений та рівноуповільнений прямолінійні рухи.

Рівномірний рух по колу. Елементарне кутове переміщення. Вектор кутового переміщення. Кутова швидкість. Кутове прискорення. Довільний криволінійний рух. Кривизна траєкторії. Радіус та центр кривизни. Нормальна та тангенціальна складові прискорення.

ДИНАМІКА

Предмет та явища досліджень динаміки. Закони Ньютона. Перший закон. Інерціальні системи відліку. Другий закон. Сила. Маса. Третій закон. Рівність дії та протидії. Взаємозв'язок законів Ньютона.

Динаміка руху матеріальної точки по колу. Момент сили. Момент імпульсу. Рівняння моментів.

СТАТИКА

Умови рівноваги. Плече сили.

ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ

Зміст і значення законів збереження. Рівняння руху і закони збереження. Закон збереження імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу.

Робота. Елементарна робота. Кінетична енергія. Потенціальні поля. Робота в потенціальному полі. Потенціальна енергія. Зв'язок сили і потенціальної енергії. Потенціальна яма та потенціальний бар'єр. Закон збереження енергії в класичній механіці.

Системи матеріальних точок. Центр мас. Імпульс та момент імпульсу системи. Енергія системи матеріальних точок. Кінетична енергія. Потенціальна зовнішня та власна енергії. Робота зовнішніх та внутрішніх сил. Закони збереження в системі матеріальних точок.

Зіткнення. Удар. Закони збереження при зіткненнях. Пружні зіткнення. Центральний удар. Загальний розгляд пружних зіткнень методом векторних діаграм. Непружні зіткнення.

Рух тіл змінної маси. Реактивний рух. Рівняння Мещерського. Формули Ціолковського.

СПЕЦІАЛЬНА ТЕОРІЯ ВІДНОСНОСТІ (СТВ)

Механічний принцип відносності. Перетворення Галілея. Інваріанти перетворень.

Передумови виникнення СТВ. Вимірювання швидкості світла. Досліди Ремера. Корпускулярна та хвильова теорії світла. Проблема ефіру. Досліди Майкельсона. Криза класичної фізики.

Постулати СТВ. Перетворення Лоренца. Наслідки перетворень Лоренца. Сповільнення часу. Власний час. Відносність одночасності і причинності. Гранична швидкість передачі інформації. Скорочення довжини. 4-мірний простір-час. Графічне представлення рухомих систем. Калібровочні криві. Простір і час в класичній і релятивістській механіці. Додавання швидкостей. Перетворення прискорень.

Перехід від динаміки Ньютона до релятивістської динаміки. Залежність маси від швидкості, як наслідок виконання закону збереження імпульсу. Релятивістське рівняння руху. Релятивістські імпульс та енергія. 4-вектор імпульса-енергії. Перетворення імпульса-енергії. Закон збереження імпульса-енергії та його наслідки (сповільнення нейтронів, поглинання та випромінювання фотонів, Комптон-ефект).

Інваріанти СТВ. Просторово-часовий інтервал. Інваріантний зв'язок імпульса-енергії. Релятивістська динаміка на базі інваріантів СТВ. Вихідні рівняння. Маса – інваріант. Імпульс та енергія. Залежність напряду сили від швидкості.

Взаємозв'язок маси і енергії.

НЕІНЕРЦІАЛЬНІ СИСТЕМИ ВІДЛІКУ (НСВ)

Інерціальні і неінерціальні системи відліку. НСВ, що рухаються прямолінійно. Сили інерції. Рівняння руху в НСВ. Невагомість. Маса інертна і гравітаційна. Принцип еквівалентності. Червоне зміщення.

Неінерціальні системи, що обертаються. Сили інерції в них. Коріолісове прискорення. Рух тіл біля поверхні Землі. Маятник Фуко.

ТЯЖІННЯ

Закон всесвітнього тяжіння. Універсальна гравітаційна стала. Тяжіння кулеподібних мас. Сили тяжіння в порожнині всередині кулі, вглибині Землі.

Поле тяжіння. Напруженість і потенціал гравітаційного поля. Вага. Гравітаційна енергія. Гравітаційний радіус. Чорні дірки.

Рух в однорідному полі тяжіння. Рух в полі центральних сил. Основні закони небесної механіки. Закони Кеплера. Рух штучних супутників Землі. Космічні швидкості.

РУХ ТВЕРДОГО ТІЛА (ТТ)

Загальна характеристика ТТ. Кінематика ТТ. Поступальний і обертовий рух твердого тіла. Вільні та головні осі обертання. Миттєва вісь обертання. Ступені вільності. Кути Ейлера. Основний закон динаміки обертового руху ТТ.

Момент інерції ТТ. Обчислення моментів інерції різних тіл. Теорема Гюйгенса-Ейлера-Штейнера. Тензор інерції. Головні осі та головні моменти інерції. Символи Кронекера.

Робота та кінетична енергія ТТ, що рухається поступально і обертається. Скочування циліндра з похилої площини. Маятник Максвелла.

Гіроскоп. Гіроскопічний ефект. Вільний та невільний гіроскопи. Прецесія та нутація гіроскопа. Застосування гіроскопів. Динамічні рівняння Ейлера.

Деформації ТТ. Закон Гука. Модуль Юнга. Енергія деформації.

ТЕРТЯ

Сили тертя спокою та ковзання. Коефіцієнт тертя. Тертя кочення.

КОЛИВАННЯ

Загальна характеристика коливань. Гармонійні коливання. Рівняння руху та його розв'язок. Амплітуда, фаза, частота та період коливань. Пружний маятник. Математичний маятник. Фізичний маятник. Коливальний контур. Енергія коливань.

Представлення коливань в векторній та комплексній формах. Додавання коливань одного напрямку. Биття. Додавання взаємноперпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу.

Затухаючі коливання. Рівняння руху та його розв'язок. Декремент затухання. Логарифмічний декремент затухання і добротність.

Вимушені коливання. Особливості розв'язку рівняння руху вимушених коливань. Амплітудно–частотна характеристика (АЧХ) та фазо–частотна характеристика (ФЧХ). Резонанс. Напівширина резонансної кривої та добротність.

Автоколивання. Параметричне збудження коливань. Поняття про нелінійні коливання.

Розкладання негармонійних коливань на гармонійні складові (гармоніки). Фур'є-аналіз. Спектр коливань.

ХВИЛІ

Повздовжні та поперечні хвилі. Рівняння хвилі. Амплітуда, фаза, довжина хвилі. Енергія хвилі.

Плоска хвиля. Хвильове рівняння. Динаміка хвильового процесу. Швидкість хвилі в пружному середовищі. Фазова та групова швидкості. Дисперсія. Густина потоку енергії. Вектор Умова.

Поняття про інтерференцію та дифракцію хвиль. Стоячі хвилі.

Звук. Висота тону, гучність, тембр. Ефект Доплера.

РУХ ЗАРЯДІВ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ТА МАГНІТНОМУ ПОЛЯХ

Закон Кулона. Електричне поле. Рух зарядів в стаціонарному електричному полі. Сила Лоренца. Рух зарядів в однорідному магнітному полі. Рух зарядів в схрещених електричному та магнітному полях. Дрейф заряджених частинок. Ефект Холла.

Магнетрон. Масс-спектрометр.

Магнітний момент. Адіабатична інваріантність магнітного моменту. Магнітні пастки. Радіаційні пояси Землі. Полярні сяйва.

Прискорювачі заряджених частинок. Рух в змінному електричному і постійному магнітному полях. Циклотронний резонанс.

Елементи електронної та іонної оптики.

РУХ РІДИН ТА ГАЗІВ

Гідродинаміка. Стаціонарна течія рідини. Трубка току. Умова нерозривності струменя. Основне рівняння гідродинаміки. Рівняння Бернуллі. Динамічний тиск. Течія в'язкої рідини. Формула Пуазейля. Ламінарні та турбулентні потоки. Число Рейнольдса.

Обтікання тіл рідиною або газом. Лобовий опір і підіймальна сила. Ефект Магнуса. Формула Жуковського.

Література

1. Матвеев О.М., Механіка і теорія відносності., Київ, Вища школа, 1993.
2. Сивухин Д.В., Общий курс физики, т.1, М., 1975.
3. Савельев И.В. Курс общей физики, т. 1, М., 1987.
4. Стрелков С.П. Механика, М., 1975.
5. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике, т.1,2, М., 1966.
6. Борн М., Эйнштейновская теория относительности, М., 1982.