

Передмова

Дорогі друзі!

Пропонуємо вам додатковий посібник — кишеньковий репетитор «Фізика». Він допоможе підготуватися до випускного екзамену, швидко і правильно виконувати домашні завдання, контрольні роботи й тести, творчо писати реферати. Навіть тим, хто достатньою мірою засвоїв курс фізики, буде корисно прочитати той чи інший розділ по діагоналі й освіжити свої знання. У даному посібнику наочно і переконливо проглядаються зв'язки між темами і розділами. Цьому сприяють численні графіки та малюнки.

Потрібну інформацію можна швидко знайти за допомогою Предметного покажчика у кінці книги. Але найкращий спосіб — це заглянути у Зміст і відшукати необхідне поняття у відповідному розділі! Ключові слова виділені жирним шрифтом. Кольорові стрілки  вказують на інші місця в книзі, що стосуються тієї ж теми. Слідуючи за ними, можна отримати додаткову інформацію про дане поняття.

У посібнику на полях використані наступні символи:



Увага! або **Зверни увагу!** вказує на важкі випадки, де можливі помилки і непорозуміння.



Примітка — підкреслює особливо важливі властивості, характеристики, які потрібні для того, щоб рухатися далі.



Приклад.

Оригінальне видання цього посібника «Physik. Pocket Teacher Abi» користується серед німецьких школярів великою популярністю. Книга, яку ви тримаєте, — переклад німецького видання, в роботі над яким брали участь компетентні педагоги. Вони допомогли внести зміни з урахуванням чинних навчальних програм.

Бажаємо успіхів!

Механіка матеріальної точки

Механіка описує різні види руху тіл (кінематика) і розглядає питання про причини руху (динаміка). При цьому, як показує досвід, для відповіді на багато питань тіло, яке рухається відносно нерухомого спостерігача, можна розглядати як точку. В цій області, яка називається *механікою матеріальної точки*, реальна форма тіла не відіграє ролі; умовно вважається, що вся маса тіла зосереджена в його центрі тяжіння. При такому модельному уявленні всі зовнішні сили прикладені в центрі тяжіння (точніше — у центрі мас) тіла. Деформації тіл і обертальні рухи в цьому розділі механіки не розглядаються. Тому такі поняття, як момент інерції, момент імпульсу, енергія тіла, що обертається, і т. ін. у цій книзі відсутні.

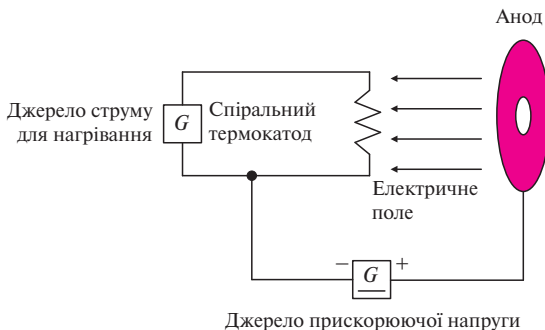
Залежно від того, чи діють на тіло масою m сила або декілька сил і які напрями цих сил, розрізняють різні види рухів.

1. Рух за відсутності сил

Прямолінійний рух з постійною швидкістю

У цьому випадку є справедливим закон інерції: завдяки інерції кожне тіло зберігає існуючий стан свого руху. Якщо тіло в даний момент знаходиться в стані спокою, то воно залишатиметься у цьому стані, поки сили не змусять змінити його. Рухоме тіло зберігає свій рух без дії рушійної сили.

Тіло, вільне від дії сил, рухається вздовж прямої лінії з постійною швидкістю; цей простий вид руху називають *рівномірним прямолінійним рухом*.



З рівності $e \cdot U_{\text{пр}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ випливає вираз для швидкості

$$\text{електронів: } v = \sqrt{2 \cdot \frac{e}{m} \cdot U_{\text{пр}}}.$$

Приклад. Якщо прискорююча напруга в трубці Брауна дорівнює $U_{\text{пр}} = 10\,000$ В, то при проходженні отвору в аноді електрони мають швидкість (*питомий заряд електрона*

$$\frac{e}{m} = 1,76 \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}):$$

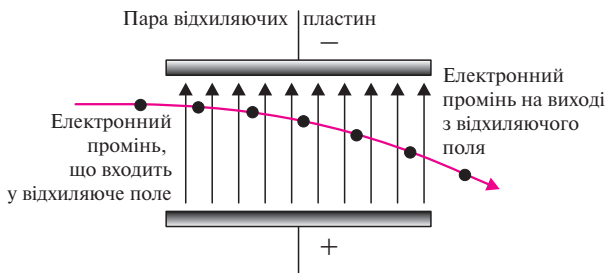
$$v = \sqrt{2 \cdot \frac{e}{m} \cdot U_{\text{пр}}} = \sqrt{2 \cdot 1,76 \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}} \cdot 10^4 \text{В}} \approx 5,93 \cdot 10^7 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 59000 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

(У цих обрахунках не враховувалася початкова швидкість електронів при виході з катода; на практиці у більшості випадків нею можна знехтувати.)

За допомогою ще одного електрода циліндричної форми (циліндра Венельта), розташованого між катодом і анодом та сполученого з негативним полюсом окремого джерела напруги, можна направити всі електрони на отвір в аноді; поле у цьому циліндрі діє на електрони подібно до збиральної лінзи для світла.

Пройшовши отвір в аноді, електрони за інерцією з великою швидкістю продовжують прямолінійний рух у вакуумі до екрана.

В електронно-променевих трубках *осцилографів* електрони між анодом і екраном відхиляються поперечним електричним полем.



Якщо електрони влітають в однорідне електричне поле під прямим кутом до силових ліній, то під впливом однаково напрямленої у кожній точці і сталої електричної сили вони рухатимуться по параболічних траєкторіях подібно до руху при горизонтальному кидку в механіці (↗ с. 19).

Електрони вилітають з відхиляючого поля під кутом до початкового напрямку руху і продовжують летіти вздовж прямої до екрана. Як показує розрахунок, відхилення на екрані пропорційне напрузі на відхиляючих пластинах. Тому осцилограф застосовується для вимірювання напруги. Його перевагою є те, що електрони, порівняно зі стрілками інших приладів для вимірювання напруги, реагують майже без інерції. Таким чином, за допомогою осцилографа можна реєструвати і вимірювати змінну напругу високої частоти.

В електронно-променевій трубці осцилографа є дві схрещені пари пластин, які служать для відхилення електронів. На пластини, що відхиляють електрони по вертикалі, подається, після посилення, досліджувана змінна напруга. Сама по собі ця напруга змусила б точку, що світиться,

- Стефана – Больцмана 59, 195
- термодинаміки
- – другий закон 54
- – перший закон 51
- Закони збереження в механіці 31
- Закони Кеплера 28
- Заломлення хвиль 82, 151
- Заряд, електричний 83, 196
- Змінна напруга 126, 197
- Змінний струм 126
- Значення змінної діючої напруги 128
- І**мпульс 37, 194
- Індуктивність котушки 120, 198
- Індукція електростатична 85
- Індукція магнітного поля 99, 198
- Інтенсивність випромінювання (густина потоку енергії) 57, 195
- Інтерференція світла 152
- Інтерференція хвиль 77
 - деструктивна 78
 - конструктивна 77
- К**вант світла (фотон) 171
- Кельвін (К), одиниця температури 46, 195
- Кидок 17
 - вертикальний 17-18
 - горизонтальний 18
 - під кутом до горизонту 19
- Коефіцієнт корисної дії
 - у механіці 37, 194
 - у термодинаміці 53, 195
- Коливання
 - вимушені 72
 - гармонічні 66, 196
 - електромагнітні 136
 - математичного маятника 71-72
 - незатухаючі, електричні 141
 - пружинного маятника 69-70
- Коливальний контур, електричний 139
- Конденсатор 91
- Кругова частота 67, 127, 196
- Кутова швидкість 23, 194
- Кут повороту 23
- М**агнітна індукція всередині котушки 99, 198
- Магнітна проникність 100
- Магнітна стала μ_0 100, 198
- Магнітний потік 116, 198
- Маса спокою електрона 110, 200
- Математичний маятник 64, 71-72
- Модель атома 185
 - за Бором 187-188
 - за Резерфордом 186
 - за Томсоном 185
- Модуляція 142
- Н**апруга самоіндукції 120, 198
- Напруженість електричного поля 89, 197
- Нейтралізація 84
- О**бертання, рівномірне 22
- Опір
 - ємнісний 134, 199
 - індуктивний 130, 198
- Осцилограф 104
- П**еріод коливачів 65
 - математичного маятника 71-72, 196
 - пружинного маятника 71, 196
- Питома теплоємність 49-50
- Питомий заряд електрона 103, 108, 200
- Повний опір котушки 131
- Поздовжня хвиля 74
- Поле
 - електричне 83, 86-87, 102
 - магнітне 95, 105
 - однорідне електричне 87-88
- Поляризація світла 165

- Поперечна хвиля 73
Потужність 36, 194
Правила квантування, за Бором 188
Правило Ленца 115
Принцип Гюйгенса 149
Прискорення 11
Пробний заряд 88
Пружинний маятник 64, 69-70
- Резонанс** 72
Рентгенівське випромінювання 165
Рентгенівське гальмівне випромінювання 176-177
Решітка дифракційна 157, 199
Рівняння Ейнштейна 172
Рівняння стану газу
– загальне 46, 195
– універсальне 47, 195
Різниця ходу 78, 162, 199
Робота сили тертя 35
Рух
– планет 28-29
– рівномірний 8
– рівноприскорений 11
- Самоіндукція** 119
Сила
– доцентрова 22, 194
– електрична 89, 197
– Лоренца 105, 198
– тертя 15
– тертя спокою 16
– що діє на провідник зі струмом у магнітному полі 101, 198
Сонячна батарея 175
Спектр 159
– лінійчастий 161
– неперервний 161
Спектрометр 160
– дифракційний 160
– призматичний 160-161
Співвідношення невизначеностей
Гейзенберга 182
Стала Планка 171, 200
- Температурна шкала**
– абсолютна 46, 195
– Цельсія 43, 195
Тепловий насос 55
Термодинаміка 41
Тесла (Тл), одиниця магнітної індукції 99, 197
Трансформатор 122
Трубка Брауна 102
- Удар**
– абсолютно пружний, центральний 38
– непружний 39
- Хвилі**
– електромагнітні 136
– ймовірності 181
– механічні 64
– стоячі 80
Хвильова теорія світла 145, 148
- Швидкість**
– миттєва 11, 193
– поширення хвилі 74
– середня 8, 193
- Фарад (Ф), одиниця ємності** 92, 197
Формула Томсона для коливачів 140
«Формула хвилі» 75
Фотоелемент 168
Фотоэффект 167
Фотон 171
Фотонна теорія світла 167
- Частота** 23, 65

Зміст

Передмова	6
Механіка матеріальної точки	7
1. Рух за відсутності сил	7
2. Рух під дією сил	9
2.1. Коли сила є стала за величиною і напрямом	11
2.2. Коли сили є сталими за величиною і весь час напрямлені під прямим кутом до миттєвого напрямку руху	22
3. Закони збереження в механіці	31
3.1. Закон збереження енергії	31
3.2. Закон збереження імпульсу	37
Термодинаміка	41
1. Закони ідеального газу	42
1.1. Газовий термометр, абсолютна температура	44
2. Теплова енергія, внутрішня енергія	48
3. Закони термодинаміки	51
4. Закони випромінювання	56
Коливання і хвилі	64
1. Коливання	64
1.1. Основні характеристики коливального руху	64
1.2. Гармонічні коливання	66
1.3. Фізичні умови для гармонічності коливань	68
2. Механічні хвилі	73
2.1. Принцип накладання хвиль, інтерференція	75
2.2. Відбивання хвиль, стоячі хвилі	79
2.3. Заломлення і дифракція хвиль	82

Електродинаміка	83
1. Заряд як першопричина електричних явищ	83
1.1. Властивості електричних зарядів, що перебувають у стані спокою (електростатика)	85
1.2. Електричне поле	86
1.3. Електрична напруга	89
1.4. Конденсатор	91
2. Магнітні та електричні поля	95
2.1. Магнітне поле струмів	95
2.2. Магнітна сила, що діє на струми	98
3. Рух заряджених частинок у полях	102
3.1. Рух в електричному полі	102
3.2. Рух у магнітних полях	105
3.3. Вимірювання заряду і маси іонів	108
4. Електромагнітна індукція	111
4.1. Закон індукції	111
4.2. Самоіндукція	118
5. Змінний струм	122
5.1. Трансформатор	122
5.2. Характеристики кіл змінного струму	126
Електромагнітні коливання і хвилі	136
1. Як виникають хвилі	136
2. Збудження коливань електричних зарядів	139
Хвильова теорія світла	145
1. Історичні уявлення про природу світла	145
2. Початкові уявлення про хвильову природу світла	148
3. Інтерференція світла	152
3.1. Дифракційна решітка	157
Фотонна теорія світла, хвилі ймовірності	167
1. Кванти світла	167
1.1. Фотоефект	167
1.2. Інші явища, які пояснюються фотонною теорією світла	174

2. Електронні хвилі, хвилі ймовірності	179
Атомна фізика	184
1. Історичний огляд моделей атома	185
1.1. Модель атома, за Томсоном	185
1.2. Модель атома, за Резерфордом	186
1.3. Модель атома, за Бором	187
2. Модель орбіталей	192
Величини й одиниці	193
1. Механіка	193
2. Термодинаміка	195
3. Коливання і хвилі	196
4. Електродинаміка	196
5. Хвильова теорія світла	199
6. Фотонна теорія світла	200
7. Фізичні сталі	200
8. Степені десяти	201
Предметний покажчик	202