

БНТУ

Научная библиотека



А. Ф. Смык

Физика

Учебное пособие

Допущено Учебно-методическим объединением по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов по направлениям подготовки «Наземные транспортно-технологические средства», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», «Строительство»



Санкт-Петербург • Москва • Минск

2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Предисловие | 9 |
| Введение | 11 |
| От издательства | 15 |
| Глава 1. Кинематика | 16 |
| 1.1. Скорость..... | 16 |
| 1.1.1. Что такое скорость..... | 16 |
| 1.1.2. Движение по инерции | 22 |
| 1.1.3. Как измеряется скорость транспортного средства..... | 23 |
| Контрольные вопросы и задачи..... | 24 |
| 1.2. Ускорение | 25 |
| 1.2.1. Что такое ускорение..... | 25 |
| 1.2.2. Формулы кинематики и основная задача кинематики | 27 |
| 1.2.3. Ускорение свободного падения | 27 |
| 1.2.4. Расчет времени разгона автомобиля до заданной скорости..... | 29 |
| Контрольные вопросы и задачи..... | 30 |
| 1.3. Кинематика вращательного движения..... | 30 |
| 1.3.1. Угловая скорость и угловое ускорение | 30 |
| 1.3.2. Зачем автомобилю нужен дифференциал..... | 34 |
| Контрольные вопросы и задачи..... | 38 |
| Глава 2. Динамика..... | 39 |
| 2.1. Силы и моменты сил..... | 39 |
| 2.1.1. Что важно знать о силах | 39 |
| 2.1.2. Момент инерции и момент силы..... | 42 |
| 2.1.3. Момент импульса..... | 45 |
| 2.1.4. Уравнение динамики вращательного движения | 47 |
| 2.1.5. Виды сил в механике | 49 |
| 2.1.6. Внешние силы, действующие на автомобиль | 51 |
| 2.1.7. Трение скольжения и трение качения..... | 56 |
| 2.1.8. Вязкое трение..... | 61 |
| 2.1.9. Центробежные силы | 64 |
| Контрольные вопросы и задачи..... | 65 |

| | | |
|-----------------|---|------------|
| 2.2. | Работа. Энергия. Законы сохранения..... | 66 |
| 2.2.1. | Работа и мощность..... | 66 |
| 2.2.2. | Улучшение аэродинамических свойств автомобиля | 69 |
| 2.2.3. | Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения механической энергии..... | 71 |
| 2.2.4. | Закон сохранения импульса..... | 75 |
| 2.2.5. | Закон сохранения момента импульса..... | 76 |
| 2.2.6. | Столкновение тел..... | 79 |
| 2.2.7. | Рекуперация энергии..... | 81 |
| | Контрольные вопросы и задачи..... | 82 |
| Глава 3. | Механические колебания и волны..... | 84 |
| 3.1. | Свободные гармонические колебания..... | 84 |
| 3.2. | Сложение гармонических колебаний..... | 87 |
| 3.2.1. | Сложение колебаний одного направления | 87 |
| 3.2.2. | Сложение колебаний близких частот. Биения..... | 89 |
| 3.2.3. | Сложение взаимно перпендикулярных колебаний | 91 |
| | Контрольные вопросы и задачи..... | 93 |
| 3.3. | Динамика свободных гармонических колебаний..... | 94 |
| 3.3.1. | Дифференциальное уравнение математического маятника..... | 94 |
| 3.3.2. | Дифференциальное уравнение физического маятника | 95 |
| | Контрольные вопросы и задачи..... | 97 |
| 3.4. | Затухающие и вынужденные колебания | 98 |
| 3.4.1. | Затухающие колебания и их характеристики..... | 98 |
| 3.4.2. | Вынужденные колебания и резонанс..... | 100 |
| 3.4.3. | Динамическое гашение вынужденных колебаний..... | 104 |
| | Контрольные вопросы и задачи..... | 105 |
| 3.5. | Волны | 106 |
| 3.5.1. | Общие понятия. Уравнение волнового процесса | 106 |
| 3.5.2. | Звук, инфразвук и ультразвук..... | 109 |
| 3.5.3. | Эффект Доплера для упругих волн..... | 111 |
| 3.5.4. | Групповая скорость. Дисперсия волн..... | 112 |
| 3.5.5. | Стоячие волны | 113 |
| 3.5.6. | Плотность потока энергии волны. Вектор Умова | 116 |
| | Контрольные вопросы и задачи..... | 117 |
| Глава 4. | Физические основы молекулярной физики и термодинамики..... | 118 |
| 4.1. | Молекулярно-кинетическая теория..... | 118 |
| 4.1.1. | Уравнение состояния идеального газа | 118 |
| 4.1.2. | Гидравлические тормоза автомобилей и закон Паскаля | 122 |

| | |
|---|------------|
| 4.1.3. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории..... | 124 |
| 4.1.4. Распределение энергии молекул по степеням свободы | 125 |
| 4.1.5. Давление в шинах автомобиля..... | 127 |
| Контрольные вопросы и задачи..... | 129 |
| 4.2. Первое начало термодинамики..... | 130 |
| 4.2.1. Внутренняя энергия идеального газа. Работа. Количество теплоты..... | 130 |
| 4.2.2. Первое начало термодинамики и закон сохранения энергии | 134 |
| 4.2.3. Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера | 135 |
| 4.2.4. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона..... | 138 |
| 4.2.5. Политропные процессы | 141 |
| Контрольные вопросы и задачи..... | 141 |
| 4.3. Второе начало термодинамики | 142 |
| 4.3.1. Второе начало термодинамики и работа тепловой машины | 142 |
| 4.3.2. Обратимые и необратимые процессы..... | 145 |
| 4.3.3. Идеальная тепловая машина. Теоремы Карно. Неравенство Клаузиуса..... | 147 |
| 4.3.4. Понятие об энтропии..... | 150 |
| 4.3.5. Формулировки второго начала термодинамики | 153 |
| 4.3.6. История создания автомобильных двигателей..... | 154 |
| Контрольные вопросы и задачи..... | 158 |
| 4.4. Реальные газы и жидкости | 159 |
| 4.4.1. Фазовые равновесия и превращения..... | 159 |
| 4.4.2. Уравнение реальных газов..... | 159 |
| 4.4.3. Изотермы Ван-дер-Ваальса..... | 161 |
| 4.4.4. Внутренняя энергия реального газа | 162 |
| Контрольные вопросы и задачи..... | 163 |
| Глава 5. Электричество и магнетизм..... | 165 |
| 5.1. Электростатическое поле..... | 165 |
| 5.1.1. Электрический заряд. Закон Кулона..... | 165 |
| 5.1.2. Напряженность и графическое изображение электрических полей | 167 |
| 5.1.3. Поток вектора напряженности и электрического смещения..... | 171 |
| 5.1.4. Теорема Гаусса и ее применение | 172 |
| 5.1.5. Работа и потенциал электрического поля | 178 |
| 5.1.6. Потенциал и его связь с напряженностью | 182 |
| Контрольные вопросы и задачи..... | 184 |

| | |
|---|-----|
| 5.2. Диэлектрики и проводники в электрическом поле | 185 |
| 5.2.1. Виды диэлектриков. Электрический диполь | 185 |
| 5.2.2. Поляризация. Электрическое поле в диэлектрике | 187 |
| 5.2.3. Сегнетоэлектрики и пьезоэлектрики | 189 |
| 5.2.4. Проводники в электрическом поле | 191 |
| 5.2.5. Электрическая емкость проводников | 192 |
| 5.2.6. Конденсаторы | 193 |
| 5.2.7. Энергия взаимодействия электрических зарядов, заряженного проводника и конденсатора | 197 |
| Контрольные вопросы и задачи | 198 |
| 5.3. Постоянный электрический ток | 199 |
| 5.3.1. Сила и плотность тока | 199 |
| 5.3.2. Закон Ома для однородного участка проводника | 201 |
| 5.3.3. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома для замкнутой цепи ... | 202 |
| 5.3.4. Работа, мощность, тепловое действие тока | 205 |
| 5.3.5. Электрический ток и автомобиль | 206 |
| 5.3.6. Правила Кирхгофа | 207 |
| Контрольные вопросы и задачи | 209 |
| 5.4. Магнитное поле тока | 210 |
| 5.4.1. Магнитное поле. Индукция магнитного поля | 210 |
| 5.4.2. Закон Био — Савара — Лапласа | 213 |
| 5.4.3. Поток и циркуляция вектора магнитной индукции | 216 |
| 5.4.4. Действие магнитного поля на проводники с током и движущиеся заряды | 219 |
| 5.4.5. Эффект Холла и его применение | 222 |
| 5.4.6. Магнитное поле в веществе | 224 |
| Контрольные вопросы и задачи | 227 |
| 5.5. Электромагнитная индукция | 228 |
| 5.5.1. Явление электромагнитной индукции | 228 |
| 5.5.2. Самоиндукция и взаимная индукция | 232 |
| 5.5.3. Энергия магнитного поля | 235 |
| 5.5.4. Генератор в автомобиле | 236 |
| Контрольные вопросы и задачи | 238 |
| 5.6. Уравнения Максвелла и электромагнитные волны | 238 |
| 5.6.1. Ток смещения | 238 |
| 5.6.2. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме | 240 |
| 5.6.3. Электромагнитные волны | 243 |
| 5.6.4. Поток энергии электромагнитного поля | 244 |
| 5.6.5. Шкала электромагнитных волн | 245 |
| Контрольные вопросы и задачи | 248 |

| | |
|--|-----|
| Глава 6. Волновая и квантовая оптика | 249 |
| 6.1. Волновая и геометрическая оптика | 249 |
| Контрольные вопросы и задачи | 253 |
| 6.2. Интерференция света | 253 |
| 6.2.1. Интерференция света и проблема когерентности | 253 |
| 6.2.2. Расчет интерференционной картины (опыт Юнга) | 258 |
| 6.2.3. Интерференция света в тонких пленках и ее применение | 260 |
| Контрольные вопросы и задачи | 264 |
| 6.3. Дифракция света | 265 |
| 6.3.1. Дифракция света и метод зон Френеля | 265 |
| 6.3.2. Дифракция света на круглом отверстии и круглом диске | 268 |
| 6.3.3. Дифракция Фраунгофера от одной щели | 270 |
| 6.3.4. Дифракция Фраунгофера от двух щелей. Дифракционная решетка | 272 |
| Контрольные вопросы и задачи | 278 |
| 6.4. Поляризация света | 278 |
| 6.4.1. Естественный и поляризованный свет | 278 |
| 6.4.2. Степень поляризации. Поляризационные приборы | 280 |
| 6.4.3. Поляризация при отражении и преломлении | 283 |
| 6.4.4. Двойное лучепреломление | 284 |
| Контрольные вопросы и задачи | 286 |
| 6.5. Дисперсия света. Поглощение света | 286 |
| 6.5.1. Нормальная и аномальная дисперсия света | 286 |
| 6.5.2. Электронная теория дисперсии | 287 |
| 6.5.3. Поглощение света | 289 |
| Контрольные вопросы и задачи | 290 |
| 6.6. Квантовая оптика | 290 |
| 6.6.1. Квантовая теория излучения | 290 |
| 6.6.2. Квантовая гипотеза Планка | 295 |
| 6.6.3. Фотоэлектрический эффект | 297 |
| 6.6.4. Эффект Комптона | 300 |
| 6.6.5. Давление излучения | 302 |
| Контрольные вопросы и задачи | 304 |
| 6.7. Планетарная модель атома и спектры излучения | 306 |
| 6.7.1. Модель атома Резерфорда — Бора и спектры атома водорода | 306 |
| 6.7.2. Вынужденное (стимулированное) излучение | 312 |
| Контрольные вопросы и задачи | 315 |

| | |
|---|-----|
| Глава 7. Элементы квантовой механики | 316 |
| 7.1. Волновые свойства микрочастиц | 316 |
| 7.2. Соотношение неопределенностей Гейзенберга | 320 |
| 7.3. Волновая функция и уравнение Шредингера | 322 |
| 7.4. Прохождение частицы через потенциальный барьер | 327 |
| 7.5. Квантовые двигатели | 330 |
| Контрольные вопросы и задачи | 331 |
| Глава 8. Элементы атомной физики | 333 |
| 8.1. Строение и основные свойства ядер | 333 |
| 8.2. Энергия связи ядер. Дефект массы | 335 |
| 8.3. Радиоактивность и законы сохранения | 336 |
| Контрольные вопросы и задачи | 340 |
| Приложение | 341 |
| Действия с векторами | 341 |
| Прямоугольный треугольник. Теорема Пифагора | 343 |
| Предметный указатель | 346 |