

Оглавление

| | |
|---|-----------|
| Предисловие | 6 |
| 1 Введение | 7 |
| 1.1 Вводные замечания | 7 |
| 1.2 Основные этапы развития механики | 8 |
| 1.3 Механика и высшее техническое образование | 13 |
| 2 Ретроспективный взгляд на тензорное исчисление | 15 |
| 2.1 Тензорное исчисление или тензорный язык? | 15 |
| 2.2 Арифметический подход к тензорному исчислению | 17 |
| 2.3 Прямой тензорный язык | 22 |
| 3 Векторы в трехмерном пространстве | 26 |
| 3.1 Системы отсчета и системы координат. Движения | 26 |
| 3.2 Скаляры или тензоры нулевого ранга | 33 |
| 3.3 Полярные и аксиальные векторы | 35 |
| 3.4 Основные операции с векторами | 39 |
| 3.5 Примеры | 46 |
| 3.6 Базис. Взаимный базис. Замена базиса | 50 |
| 3.7 Обобщенные символы Кронекера | 60 |
| 3.8 Векторные функции скалярного аргумента | 66 |
| 3.8.1 Дифференцирование векторных функций | 66 |
| 3.8.2 Кривые в трехмерном пространстве | 70 |
| 3.9 Криволинейные системы координат | 73 |
| 3.9.1 Общие соотношения | 73 |
| 3.9.2 Деривационные формулы. Ковариантное дифференцирование | 76 |
| 3.9.3 Ортогональные системы координат | 78 |
| 3.9.4 Цилиндрическая система координат | 79 |
| 3.9.5 Сферическая система координат | 80 |
| 3.10 Скалярные функции векторного аргумента | 81 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4 | Тензоры второго ранга | 87 |
| 4.1 | Необходимость введения тензоров второго ранга | 87 |
| 4.2 | Прямое произведение векторных пространств | 90 |
| 4.3 | Тензорное произведение векторных пространств | 91 |
| 4.4 | Операции с тензорами второго ранга | 94 |
| 4.5 | Симметричные и антисимметричные тензоры | 98 |
| 4.6 | Координаты тензора второго ранга | 105 |
| 4.7 | Линейные функции векторов и тензоры второго ранга | 107 |
| 4.8 | Ортогональные тензоры | 113 |
| 4.9 | Теорема Эйлера | 121 |
| 4.10 | Правило квазикоммутативности поворотов | 125 |
| 4.11 | Спектральное и полярное разложение тензоров | 128 |
| 5 | Кинематика: описание движений | 133 |
| 5.1 | Системы отсчета и системы координат | 133 |
| 5.2 | Кинематика точки. Траектория. Скорость и ускорение | 136 |
| 5.3 | Частные случаи движения материальной точки | 140 |
| 5.3.1 | Прямолинейное движение | 140 |
| 5.3.2 | Равномерное движение по прямой | 142 |
| 5.3.3 | Колебательное движение материальной точки по прямой | 143 |
| 5.3.4 | Сложное движение материальной точки вдоль двух ортогональных меж. | |
| 5.3.5 | Движение материальной точки по окружности | 147 |
| 5.3.6 | Равномерное движение материальной точки по спирали | 148 |
| 5.4 | Траекторное описание движения материальной точки | 149 |
| 5.4.1 | Пример 1. Движение частицы по окружности — траекторное описание | 150 |
| 5.4.2 | Пример 2. Полет камня в поле силы тяжести | 152 |
| 5.5 | Движение спутника Земли по круговой орбите | 156 |
| 5.6 | Движение тела в центральном поле тяготения | 158 |
| 5.7 | Абсолютно твердое тело | 163 |
| 5.8 | Основная теорема кинематики абсолютно твердого тела | 167 |
| 5.9 | Тензор поворота и вектор поворота | 174 |
| 5.10 | Вектор поворота | 179 |
| 5.11 | Вектор малого поворота | 183 |
| 5.12 | Неоднозначность суждений о векторе поворота | 184 |
| 5.13 | Плоские движения твердого тела | 186 |
| 5.14 | Теорема о представлении тензора поворота | 189 |
| 5.15 | Дифференцирование тензоров второго ранга | 194 |
| 5.16 | Угловая скорость | 195 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 5.17 | Тензор спина и вектор угловой скорости | 197 |
| 5.18 | Определение поворота по угловой скорости | 201 |
| 5.19 | Вращение вокруг фиксированной оси | 204 |
| 5.20 | Связь угловой скорости с вектором поворота | 208 |
| 5.21 | Угловая скорость композиции поворотов | 212 |
| 5.22 | Распределение скоростей и ускорений в абсолютно твердом теле | 217 |
| 5.23 | Качение цилиндра по плоскости | 221 |
| 5.24 | Качение конуса по конусу | 223 |
| 5.24.1 | Классическое решение | 224 |
| 5.24.2 | Альтернативное решение | 225 |
| 5.24.3 | Определение поворотов в классическом решении | 230 |
| 5.25 | Шарнир Гука | 231 |
| 5.26 | Сложное движение материальной точки | 237 |
| 5.27 | Сложные движения абсолютно твердого тела | 241 |
| 5.28 | Относительные повороты | 243 |
| 5.29 | Замена систем отсчета | 245 |
| 5.30 | Принцип материальной объективности | 253 |
| 5.31 | Движущиеся среды. Материальная производная | 263 |

Литература**269**