


## Содержание

 <b>1. Механика</b> .....	12
1.1. Механическое движение и его виды .....	12
1.2. Относительность движения .....	16
1.3. Скорость.....	18
1.4. Ускорение.....	20
1.5. Равномерное движение.....	21
1.6. Равнопеременное движение .....	22
1.7. Свободное падение.....	24
1.8. Движение по окружности .....	27
1.9. Первый закон Ньютона .....	31
1.10. Принцип относительности.....	32
1.11. Масса. Плотность вещества .....	33
1.12. Сила.....	34
1.13. Принцип суперпозиции сил .....	34
1.14. Второй закон Ньютона.....	34
1.15. Третий закон Ньютона .....	35
1.16. Закон всемирного тяготения .....	36
1.17. Сила тяжести .....	36
1.18. Вес и невесомость.....	37

## Содержание

---

1.19. Сила упругости. Закон Гука.....	39
1.20. Сила трения.....	40
1.21. Давление.....	42
1.22. Момент силы.....	42
1.23. Равновесие твёрдого тела.....	43
1.24. Давление жидкости.....	44
1.25. Закон Паскаля.....	45
1.26. Закон Архимеда.....	45
1.27. Условия плавания тел.....	46
1.28. Импульс тела.....	47
1.29. Импульс системы тел.....	47
1.30. Закон сохранения импульса.....	47
1.31. Работа силы.....	48
1.32. Мощность.....	48
1.33. Работа для изменения энергии.....	49
1.34. Кинетическая энергия.....	49
1.35. Потенциальная энергия.....	50
1.36. Сохранение механической энергии.....	51
1.37. Гармонические колебания.....	52
1.38. Амплитуда и фаза колебаний.....	52
1.39. Период колебаний.....	53

1.40. Частота колебаний .....	53
1.41. Свободные колебания .....	54
1.42. Вынужденные колебания .....	57
1.43. Резонанс.....	57
1.44. Длина волны .....	58
1.45. Звук.....	59

## 2. Молекулярная физика.

<b>Термодинамика.....</b>	<b>60</b>
2.1. Модели строения тел.....	60
2.2. Тепловое движение.....	64
2.3. Броуновское движение.....	65
2.4. Диффузия.....	66
2.5. Доказательства атомистической теории .....	66
2.6. Модель идеального газа.....	67
2.7. Связь давления с кинетической энергией .....	67
2.8. Абсолютная температура .....	68
2.9. Связь температуры с кинетической энергией .....	68
2.10. Уравнение $p = nkT$ .....	68

## Содержание

---

2.11. Уравнение Менделеева – Клапейрона . . . . .	69
2.12. Изопроцессы. . . . .	69
2.13. Насыщенные и ненасыщенные пары. . . . .	72
2.14. Влажность воздуха. . . . .	72
2.15. Испарение, конденсация, кипение. . . . .	74
2.16. Плавление и кристаллизация . . . . .	77
2.17. Фазовые переходы . . . . .	78
2.18. Внутренняя энергия . . . . .	80
2.19. Тепловое равновесие . . . . .	81
2.20. Теплопередача . . . . .	81
2.21. Количество теплоты . . . . .	82
2.22. Работа в термодинамике . . . . .	84
2.23. Уравнение теплового баланса . . . . .	86
2.24. Первый закон термодинамики. . . . .	87
2.25. Второй закон термодинамики. . . . .	88
2.26. КПД тепловой машины . . . . .	89
2.27. Принципы действия тепловых машин . . . . .	90
2.28. Проблемы энергетики . . . . .	90



<b>3. Электродинамика</b> .....	94
3.1. Электризация тел.....	94
3.2. Взаимодействие зарядов.....	94
3.3. Закон сохранения заряда.....	95
3.4. Закон Кулона.....	95
3.5. Электрическое поле.....	97
3.6. Напряжённость электрического поля.....	97
3.7. Принцип суперпозиции .....	98
3.8. Потенциальность электростатического поля.....	99
3.9. Потенциал электрического поля.....	99
3.10. Действие проводников.....	100
3.11. Диэлектрики в электрическом поле.....	101
3.12. Электрическая ёмкость.....	102
3.13. Энергия поля конденсатора ....	103
3.14. Постоянный ток. Сила тока.....	104
3.15. Напряжение.....	106
3.16. Закон Ома для участка цепи....	106

## Содержание

---

3.17. Электрическое сопротивление .....	107
3.18. Электродвижущая сила.....	109
3.19. Закон Ома для полной электрической цепи.....	110
3.20. Соединения проводников.....	111
3.21. Смешанное соединение проводников .....	113
3.22. Закон Джоуля – Ленца .....	114
3.23. Мощность электрического тока .....	115
3.24. Носители свободных зарядов .....	116
3.25. Полупроводники .....	117
3.26. Взаимодействие магнитов .....	122
3.27. Магнитное поле проводника с током .....	123
3.28. Сила Ампера.....	125
3.29. Сила Лоренца.....	126
3.30. Электромагнитная индукция.....	127
3.31. Магнитный поток .....	127
3.32. Закон Фарадея.....	128
3.33. Правило Ленца.....	129

## Содержание

---

3.34. Самоиндукция .....	129
3.35. Индуктивность.....	130
3.36. Энергия магнитного поля.....	131
3.37. Свободные электромагнитные колебания.....	132
3.38. Вынужденные колебания.....	134
3.39. Гармонические колебания.....	135
3.40. Переменный ток .....	137
3.41. Электромагнитное поле .....	140
3.42. Свойства электромагнитных волн.....	141
3.43. Электромагнитные излучения .....	142
3.44. Прямолинейное распространение света.....	145
3.45. Закон отражения света .....	146
3.46. Изображения в плоском зеркале .....	147
3.47. Закон преломления света.....	149
3.48. Полное внутреннее отражение .....	151
3.49. Оптическая сила линзы.....	152

## Содержание

---

3.50. Формула тонкой линзы.....	153
3.51. Изображения в линзах.....	154
3.52. Оптические приборы. Глаз.....	156
3.53. Интерференция света.....	161
3.54. Дифракция света.....	163
3.55. Дифракционная решётка.....	164
3.56. Дисперсия света.....	166



## 4. Специальная теория

### относительности..... 167

4.1. Принцип относительности Эйнштейна.....	167
4.2. Полная энергия.....	168
4.3. Энергия покоя.....	169
4.4. Релятивистский импульс.....	170



## 5. Квантовая физика..... 171

5.1. Гипотеза М. Планка о квантах.....	171
5.2. Фотоэффект.....	172
5.3. Опыты А. Г. Столетова.....	173
5.4. Уравнение для фотоэффекта.....	175
5.5. Фотоны.....	177
5.6. Энергия фотона.....	177



5.7. Импульс фотона.....	177
5.8. Гипотеза де Бройля.....	178
5.9. Дифракция электронов.....	180
5.10. Планетарная модель атома.....	182
5.11. Постулаты Бора.....	183
5.12. Линейчатые спектры.....	184
5.13. Лазер.....	185
5.14. Радиоактивность.....	187
5.15. Закон радиоактивного распада... ..	190
5.16. Характеристики ядра.....	191
5.17. Энергия связи нуклонов.....	193
5.18. Ядерные реакции.....	194
 <b>6. Формулы школьного курса</b>	<b>196</b>
6.1. Законы сохранения.....	196
6.2. Механика.....	198
6.3. Теория теплоты.....	219
6.4. Электричество.....	228
6.5. Оптика.....	244
6.6. Квантовая физика.....	247
6.7. Теория относительности.....	249
6.8. Атомная и ядерная физика.....	252

# 1. Механика

## 1.1. Механическое движение и его виды

**Механическое движение** — изменение положения тела относительно других тел, то есть изменение его координат, с течением времени.

**Материальная точка** — тело, размерами которого можно пренебречь в данной задаче.

Положение материальной точки в пространстве относительно тела отсчёта задаётся радиус-вектором:  $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ .

Модуль радиус-вектора:

$$r = |\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}.$$

**Векторная величина** — величина, которая характеризуется абсолютным значением (модулем) и направлением в пространстве (например, скорость, ускорение, напряжённость поля). Обозначается:  $v$  или  $\vec{v}$ .

**Скалярная величина** — величина, которая не имеет направления и характери-

### 1.1. Механическое движение и его виды

зуется только числовым значением (например, масса, мощность, температура).

**Система отсчёта** — система координат, связанная с телом отсчёта, и совокупность синхронизированных часов, помещённых в разных точках системы координат.

**Тело отсчёта** — это тело, относительно которого определяется положение всех остальных тел. С телом отсчёта обычно связывают начало отсчёта и три взаимно перпендикулярные прямые — оси координат.

**Система координат** — величины, которые определяют положение материальной точки на плоскости и в пространстве.

**Пройденный путь ( $s$ )** — длина участка траектории материальной точки, пройденного ею за определённое время.

**Траектория** — линия, вдоль которой движется материальная точка. Траектория зависит от выбора системы отсчёта. В зависимости от формы траектории различают прямолинейное и криволинейное движения материальной точки.



**Перемещение материальной точки ( $\vec{S}$ )** — направленный отрезок прямой, соединяющий начальное и конечное положения материальной точки. Вектор перемещения направлен из начального положения материальной точки в её конечное положение. Модуль перемещения не может быть больше пути. Если материальная точка одновременно участвует в нескольких движениях, то результирующее перемещение равно векторной сумме перемещений, совершаемых ею в каждом из движений. В этом состоит принцип независимости движений.

**Перемещение при прямолинейном равноускоренном движении:**

$$\vec{S} = \vec{S}_0 + \vec{v}_0 t + \vec{a} t^2 / 2,$$

где  $\vec{S}_0$  — начальное перемещение материальной точки,  $\vec{v}_0$  — начальная скорость точки,  $\vec{a}$  — ускорение точки,  $t$  — время движения.

**Переменное движение** — движение материальной точки (тела) с перемен-

## 1.1. Механическое движение и его виды

ной скоростью (по модулю или направлению).

**Переносное движение** — движение подвижной системы отсчёта по отношению к условно неподвижной системе отсчёта.

**Плоскопараллельное движение** — движение твёрдого тела, при котором все его точки перемещаются параллельно некоторой неподвижной плоскости.

**Поступательное движение** — движение тела, при котором отрезок прямой, соединяющий две любые точки, принадлежащие этому телу, перемещается, оставаясь параллельным самому себе. Движение поступательное абсолютно твёрдого тела характеризуется движением любой его точки. Обычно для описания поступательного движения твёрдого тела выбирают его центр масс.

**Прямолинейное неравномерное движение** — движение материальной точки вдоль прямой с изменяющейся по модулю скоростью.



### 1.2. Относительность движения

Поскольку механическое движение носит относительный характер, в разных системах отсчёта координаты и скорость тела будут определяться на основании преобразований Галилея.

**Преобразования Галилея** — соотношения, позволяющие переходить от пространственно-временных координат какого-либо события в одной инерциальной системе отсчёта к пространственно-временным координатам этого же события в другой инерциальной системе отсчёта в рамках классической физики. Например, если инерциальная система отсчёта  $K$  движется со скоростью  $v$  относительно  $K'$  вдоль их общей оси  $x$ , а оси  $y$  и  $z$  обеих систем параллельны друг другу, то:  $x' = x - vt$ ,  $y' = y$ ,  $z' = z$ ,  $t' = t$ . Особенностью преобразований Галилея является абсолютность времени во всех инерциальных системах отсчёта.

**Закон сложения перемещений:**

$$\vec{S} = \vec{S}_0 + \vec{S}',$$

## 1.2. Относительность движения

где  $\vec{S}$  — перемещение тела относительно неподвижной системы координат,  $\vec{S}_0$  — перемещение подвижной системы координат относительно неподвижной,  $\vec{S}'$  — перемещение тела относительно подвижной системы координат.

**Закон сложения скоростей.** Скорость тела в неподвижной системе отсчёта равна векторной сумме скорости тела в подвижной системе отсчёта и скорости подвижной системы отсчёта относительно неподвижной:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}',$$

где  $\vec{v}$  — скорость тела относительно неподвижной системы координат,  $\vec{v}_0$  — скорость подвижной системы координат относительно неподвижной,  $\vec{v}'$  — скорость тела относительно подвижной системы координат.