
ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть первая. ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛЬНЫХ ТЕЛ	13
1. Единицы величин в системе СИ	14
Единицы величин	14
Приставки	14
Длина, площадь, объём	15
Масса и плотность вещества	16
2. Производные единицы величин в системе СИ	18
Электрический заряд	18
Сила	18
Работа, энергия	18
Мощность	19
Электрический потенциал и ЭДС	19
3. Скалярные и векторные величины	20
Скаляры и векторы	20
Обозначения векторов	21
4. Структура и свойства вещества	23
Элементы	23
Атомы	23
Молекулы	24
Химические соединения	24
Смеси	25
Растворы	25
Суспензии	26
Растворимость	26
Кристаллы	26
Металлы и сплавы	28
5. Химические реакции	29
Кислород	29
Коррозия	29
Химические уравнения	30
Кислоты и щёлочи	30
Основные свойства кислот	32
Основные свойства щелочей	32
6. Символьные обозначения величин и их единиц	33

Часть вторая. ОТ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ К ТЕХНИЧЕСКИМ УСТРОЙСТВАМ	37
7. Скорость: величина и направление	38
Скорость	38
График «путь/время»	38
График «скорость/время»	39
Векторная скорость	40
8. Ускорение	43
График «векторная скорость/время»	43
Свободное падение и уравнение движения	44
9. Сила, масса и ускорение	46
Воздействие силы на физические тела	46
Законы движения Ньютона	46
Центростремительное ускорение	49
10. Центр тяжести и равновесие	51
Центр тяжести	51
Равновесие	51
11. Силы, приложенные к одной точке	53
Силы	53
Равнодействующая двух компланарных сил	53
Правило треугольника сил	54
Правило параллелограмма сил	55
Расчет равнодействующей двух компланарных сил	56
Равнодействующая трёх компланарных сил	57
Компланарные силы в равновесии	59
Разложение сил	60
Заключение	63
12. Простые закреплённые балки	64
Момент силы	64
Равновесие и равенство моментов	64
Простые закреплённые балки с точечными нагрузками	66
13. Силы сдвига и изгибающий момент	68
Силы сдвига	68
Изгибающий момент	68
14. Напряжение при изгибе	72
15. Прямолинейное и вращательное движение	75
Линейная и угловая скорости	75
Радиян	75
Линейная скорость	75
Угловая скорость	76
Линейное и угловое ускорение	77
Другие уравнения движения	79
Относительная векторная скорость	81

16. Трение	83
Сила трения	83
Коэффициент трения	83
Использование трения	84
Положительные и отрицательные стороны сил трения	85
Практическое применение	85
17. Волны	86
Волновое движение	86
Типы волн	86
Длина волны, частота и скорость распространения	87
Отражение и рефракция	87
Звуковые волны и их характеристики	88
18. Интерференция и дифракция	90
Интерференция	90
Дифракция	91
Дифракция рентгеновского излучения	94
19. Световые лучи	96
Отражение света	96
Простейший перископ	96
Рефракция света	97
Линзы	97
Выпуклые линзы и их применение	99
Вогнутые линзы	101
Микроскоп	102
Простейший проектор	102
20. Работа, энергия и мощность	104
Работа	104
Энергия	105
Некоторые примеры преобразования энергии	105
Мощность	107
21. Потенциальная и кинетическая энергия	108
Потенциальная энергия	108
Кинетическая энергия	109
Закон сохранения энергии	109
Кинетическая энергия вращения	110
Маховики	112
22. Простые машины	114
Машины	114
Отношение сил, отношение движения и коэффициент полезного действия	114
Блоки	116
Винтовой домкрат	118
Зубчатая передача	119
Рычаги	121

23. Механическое воздействие силы на твёрдое тело	124
Виды механического воздействия на тело	124
Растяжение	124
Сжатие	124
Сдвиг	125
Напряжение	125
Линейная деформация	126
Напряжение сдвига и деформация сдвига	126
Напряжение кручения и деформация кручения	127
Упругость и предел упругости	129
Закон Гука	130
Модуль Юнга	130
Жёсткость	130
Вязкость, хрупкость и ковкость	132
24. Испытание на прочность	133
25. Испытание на твёрдость и ударную вязкость	137
Твёрдость	137
Испытания на твёрдость	137
Метод Бринелля	137
Метод Виккерса	139
Метод Роквелла	139
Другие методы испытаний на твёрдость	139
Неразрушающие методы	140
Испытания на ударную вязкость	140
Метод Изода	140
Метод Шарпи	141
26. Измерение напряжения	142
Линейная деформация	142
Напряжение	142
Модуль упругости Юнга	142
Предел упругости	143
Необходимость измерения напряжения	143
Тензометры	144
Тензометр Линдлея	144
Тензометр Гугенберга	145
Тензометр Хоунсфильда	146
Датчики деформации	147
27. Количество движения и импульс силы	150
Количество движения (импульс тела)	150
Импульс силы и импульсные силы	151
28. Момент силы	154
Пара сил и момент силы	154
Совершённая работа и мощность, передаваемая постоянным моментом силы	155

Передача мощности с помощью ременного привода	157
Плоские и V-образные ремни	158
29. Тепловая энергия	162
Теплота и температура	162
Измерение температуры	162
Удельная теплоёмкость	163
Изменение состояния	164
Скрытая теплота плавления и парообразования	165
Принцип работы простейшего холодильника	166
Проводимость, конвекция и излучение	166
Теплопроводность	166
Практическое применение теплопроводности	166
Конвекция	167
Примеры конвекции	167
Излучение	167
Примеры теплового излучения	168
Вакуумный термос	168
Применение изоляции для сохранения тепла в помещениях	169
30. Термическое расширение	170
Практическое применение термического расширения	170
Расширение и сжатие воды и других жидкостей	171
Коэффициент линейного расширения	171
Коэффициент поверхностного расширения	172
Коэффициент объёмного расширения	173
31. Измерение температуры	174
Стеклянный жидкостный термометр	174
Устройство	174
Принцип действия	175
Преимущества	175
Недостатки	175
Достоинства и недостатки ртути и спирта	175
Ошибки измерения	176
Термопары	176
Принцип действия	176
Устройство	177
Применение	178
Преимущества	178
Источники ошибок	179
Резистивные термометры	179
Устройство	179
Принцип работы	180
Ограничения	181

Достоинства и недостатки платиновой катушки	181
Применение	182
Термисторы	182
Преимущества	182
Пирометры	182
Пирометр общего излучения	183
Оптические пирометры	184
Достоинства пирометров	184
Недостатки пирометров	185
Краски и мелки, отображающие температуру	185
Биметаллические термометры	186
Металлический ртутный термометр	186
Газовые термометры	187
32. Давление в текучих средах	188
Давление	188
Давление в текучих средах	188
Атмосферное давление	189
Закон Архимеда	190
Измерение давления	191
Подробнее о гидростатическом напоре	192
33. Измерение давления	196
Введение	196
Барометры	196
Устройство и принцип работы	197
Типы барометров	198
Абсолютное и манометрическое давление	199
Манометр	200
Манометр в виде U-образной трубки	200
Наклонные манометры	201
Манометр Бурдона	202
Вакуумные манометры	204
Манометр Маклеода	204
Манометр Пирани	204
34. Законы идеального газа	205
Закон Бойля—Мариотта	205
Закон Гей-Люссака	206
Закон Шарля	206
Закон парциального давления (Закон Дальтона)	207
Характеристическое уравнение состояния идеального газа	208
Кинетическая теория газов	209
35. Свойства воды и пара	211
Закон сохранения энергии	211
Внутренняя энергия	211

Энтальпия и удельная энтальпия	212
Удельная энтальпия воды	212
Насыщенный пар	213
Коэффициент влажности	213
Ненасыщенный пар	213
График «температура/удельная энтальпия»	214
Таблицы параметров парообразования	214
36. Поверхностное натяжение и вязкость	217
Поверхностное натяжение	217
Избыточное давление	219
Энергия разрыва межмолекулярных связей	220
Молярная скрытая энергия испарения	220
Вязкость	221
Формула Пуазейля	222
Закон Стокса	223
37. Текучие среды в движении	225
Уравнение Бернулли	225
Поток через отверстия	227
Удар струи	228
38. Измерение потоков жидкостей и газов	230
Дифференциальные расходомеры	230
Измерительная диафрагма	231
Устройство	231
Принципы работы	232
Достоинства измерительных диафрагм	232
Недостатки измерительных диафрагм	232
Применение	233
Трубка Вентури	233
Устройство	233
Достоинства трубки Вентури	234
Недостатки трубки Вентури	234
Расходомерное сопло	234
Трубка воздушных давлений	
(Дифференциальная трубка Пито—Прандтля)	235
Применение	236
Достоинства трубок воздушных давлений	236
Недостатки трубок воздушных давлений	236
Механические расходомеры	237
Расходомер с поворотной лопастью	237
Турбинные измерители	237
Поплавковый расходомер с конической трубкой	239
Принцип работы	239
Достоинства поплавкового расходомера	240

Недостатки поплавкового расходомера	240
Применение	240
Электромагнитный расходомер	241
Основные достоинства электромагнитных расходомеров	241
Применение	242
Термоанемометр проволочный	242
Достоинства проволочного термоанемометра	242
39. Простое гармоническое движение и собственные колебания	243
Простое гармоническое движение	243
Колебания витой пружины	245
Колебания маятника	247
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	249

Часть первая

Физические

величины

и свойства

материальных

тел

1. ЕДИНИЦЫ ВЕЛИЧИН В СИСТЕМЕ СИ

Единицы величин

Единицы величин, применяемые в науке и технике, образуют международную систему единиц (Système Internationale d'Unités), обозначаемую аббревиатурой СИ (SI в латинской транскрипции. — *Прим. переводчика*). Утвержденная в 1960 году Генеральной конференцией по мерам и весам, эта система, основанная на метрической системе, в настоящее время официально признана в большинстве стран мира.

Ниже перечислены *основные единицы величин* системы СИ и их краткое обозначение.

Величина	Единица величины	Обозначение	
		международное	русское
Время	секунда	s	с
Длина	метр	m	м
Масса	килограмм	kg	кг
Сила электрического тока	ампер	A	А
Количество вещества	моль	mol	моль
Сила света	кандела	cd	кд
Термодинамическая температура	кельвин	K	К

Приставки

Единицы величин системы СИ можно увеличивать или уменьшать с помощью приставок, обозначающих либо умножение, либо деление базовой единицы на определённое число. Ниже перечислены двенадцать основных множителей и их обозначения.

Приставка	Сокращённое обозначение		Множитель
	международное	русское	
тера	T	Т	$\times 1\,000\,000\,000\,000$, или $\times 10^{12}$
гига	G	Г	$\times 1\,000\,000\,000$, или $\times 10^9$
мега	M	М	$\times 1\,000\,000$, или $\times 10^6$
кило	k	к	$\times 1\,000$, или $\times 10^3$
гекто	h	г	$\times 100$, или $\times 10^2$
дека	da	да	$\times 10$, или $\times 10^1$
деци	d	д	$\times 0,1$, или $\times 10^{-1}$
санти	c	с	$\times 0,01$, или $\times 10^{-2}$
милли	m	м	$\times 0,001$, или $\times 10^{-3}$
микро	μ	мк	$\times 0,000\,001$, или $\times 10^{-6}$
нано	n	н	$\times 0,000\,000\,001$, или $\times 10^{-9}$
пико	p	п	$\times 0,000\,000\,000\,001$, или $\times 10^{-12}$

Длина, площадь, объём

Длина — это расстояние между двумя точками. Единица длины — *метр* [м], однако, очень часто применяют его дольные и кратные значения: сантиметр [см], миллиметр [мм] и километр [км].

$$1 \text{ см} = 10 \text{ мм.}$$

$$1 \text{ м} = 100 \text{ см, или}$$

$$1 \text{ м} = 1\,000 \text{ мм.}$$

$$1 \text{ км} = 1\,000 \text{ м.}$$

Площадь — величина, характеризующая размеры поверхности. Площадь поверхности прямоугольной фигуры, например, вычисляется умножением длины одной стороны на длину другой. Если длины сторон представлены в метрах, то единица площади в этом случае — *квадратный метр* [м²].

$$1 \text{ м}^2 = 1 \text{ м} \times 1 \text{ м.}$$

$$1 \text{ м}^2 = 100 \text{ см} \times 100 \text{ см, или}$$

$$1 \text{ м}^2 = 10\,000 \text{ см}^2, \text{ или}$$

$$1 \text{ м}^2 = 10^4 \text{ см}^2.$$

$$1 \text{ м}^2 = 1\,000 \text{ мм} \times 1\,000 \text{ мм, или}$$

$$1 \text{ м}^2 = 1\,000\,000 \text{ мм}^2, \text{ или}$$

$$1 \text{ м}^2 = 10^6 \text{ мм}^2.$$

Соответственно

$$1 \text{ см}^2 = 10^{-4} \text{ м}^2,$$

$$1 \text{ мм}^2 = 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Объём — величина, характеризующая пространство, занимаемое телом. Объём тела, ограниченного прямоугольными гранями, определяется тремя отрезками прямой линии (длиной, шириной и высотой) и вычисляется их перемножением. Если размеры представлены в метрах, то единица объёма в этом случае — *кубический метр* [м³].

$$1 \text{ м}^3 = 1 \text{ м} \times 1 \text{ м} \times 1 \text{ м.}$$

$$1 \text{ м}^3 = 100 \text{ см} \times 100 \text{ см} \times 100 \text{ см, или}$$

$$1 \text{ м}^3 = 10^6 \text{ см}^3.$$

$$1 \text{ м}^3 = 1\,000 \text{ мм} \times 1\,000 \text{ мм} \times 1\,000 \text{ мм, или}$$

$$1 \text{ м}^3 = 10^9 \text{ мм}^3.$$

Соответственно

$$1 \text{ см}^3 = 10^{-6} \text{ м}^3,$$

$$1 \text{ мм}^3 = 10^{-9} \text{ м}^3.$$

Существует и другая единица объёма, часто применяемая для характеристики объёма жидкостей. Эта единица — *литр* [л]. За один литр принимают объём, равный 1 000 см³.

Масса и плотность вещества

Масса — характеристика тела, занимающего определённый объём и содержащего соответствующее количество вещества. Единица массы — килограмм [кг]. На практике часто массу удобно измерять в *граммах* [г] или в *тоннах* [т].

$$1 \text{ кг} = 1\,000 \text{ г},$$

$$1 \text{ кг} = 0.001 \text{ т} = 10^{-3} \text{ т}.$$

Соответственно

$$1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг},$$

$$1 \text{ т} = 1\,000 \text{ кг}.$$

Плотность — это масса в единице объёма вещества, то есть эта величина образована соотношением двух величин: массы m и объёма V . Её обозначают символом ρ (ρ — буква греческого алфавита).

Единица плотности соответственно образована двумя основными единицами системы СИ (килограмм [кг] и метр, возведённый в третью степень [м^3]), то есть единица плотности — килограмм на кубический метр [$\text{кг}/\text{м}^3$].

Такие единицы называют *производными единицами* (см. гл. 2).

$$\text{Плотность} = \frac{\text{масса}}{\text{объём}},$$

то есть

$$\rho = \frac{m}{V}$$

откуда следует

$$m = \rho V$$

и

$$V = \frac{m}{\rho}$$

где m — масса, измеряемая в килограммах [кг],

V — объём, измеряемый в кубических метрах [м^3],

ρ — плотность, измеряемая в килограммах на кубический метр [$\text{кг}/\text{м}^3$].

Некоторые часто встречающиеся значения плотности материалов:

Алюминий	2 700 $\text{кг}/\text{м}^3$	Сталь	7 800 $\text{кг}/\text{м}^3$
Чугун	7 000 $\text{кг}/\text{м}^3$	Бензин	700 $\text{кг}/\text{м}^3$
Пробка	250 $\text{кг}/\text{м}^3$	Свинец	11 400 $\text{кг}/\text{м}^3$
Медь	8 900 $\text{кг}/\text{м}^3$	Вода	1 000 $\text{кг}/\text{м}^3$

Например, определим плотность 50 см^3 меди массой 445 г .

$$\begin{aligned} \text{Плотность} &= \frac{\text{масса}}{\text{объём}} = \frac{445 \times 10^{-3} \text{ кг}}{50 \times 10^{-6} \text{ м}^3} = \frac{445}{50} \times 10^3 = \\ &= 8.9 \times 10^3 \text{ кг/м}^3, \text{ или } 8\,900 \text{ кг/м}^3. \end{aligned}$$

Точно так же можно вычислить объём 20 кг вазелинового масла (в литрах), плотность которого 800 кг/м^3 .

$$\text{Объём} = \frac{m}{\rho} = \frac{20 \text{ кг}}{800 \text{ кг/м}^3} = \frac{1}{40} \text{ м}^3 = \frac{1}{40} \times 10^6 \text{ см}^3 = 25\,000 \text{ см}^3.$$

$$1 \text{ литр} = 1\,000 \text{ см}^3,$$

поэтому

$$V = 25\,000 \text{ см}^3 = \frac{25\,000}{1\,000} = 25 \text{ л.}$$

Относительная плотность вещества — это отношение плотности данного вещества к плотности воды, то есть

$\text{относительная плотность} = \frac{\text{плотность вещества}}{\text{плотность воды}}$
--

Относительная плотность — безразмерная величина, так как является отношением двух одноименных величин. Ниже приведены относительные плотности некоторых веществ, вычисленные по вышеприведённой формуле (известно, что плотность воды $1\,000 \text{ кг/м}^3$):

Алюминий	2.7	Пробка	0.25
Бензин	0.7	Свинец	11.4
Вода	1.0	Сталь	7.8
Медь	8.9	Чугун	7.0

Например, относительная плотность стального бруска плотностью $7\,850 \text{ кг/м}^3$ — это отношение плотности стали к плотности воды, то есть

$$\text{относительная плотность} = \frac{\text{плотность стали}}{\text{плотность воды}} = \frac{7\,850}{1\,000} = 7.85.$$

Относительная плотность жидкости или газа может быть измерена с помощью *ареометра*.

2. ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ ВЕЛИЧИН В СИСТЕМЕ СИ

Производные единицы величин представляют собой комбинации основных единиц, и их достаточно много. (Наиболее часто встречающиеся в науке и технике величины и их единицы приведены в гл. 6.)

Вот только два примера:

скорость — метры в секунду [м/с],

ускорение — метры в секунду в квадрате [м/с²].

Электрический заряд

Единица электрического заряда — *кулон* [Кл]. (1 кулон равен суммарному заряду 6.24×10^{18} электронов). Поскольку заряд определён как количество электричества, протекающего через данную точку электрической цепи, то один кулон равен силе тока в один ампер, поддерживаемой в цепи в течение одной секунды, то есть один кулон — это одна *ампер-секунда*. Следовательно, *заряд*, измеренный в кулонах:

$$Q = It$$

где I — сила тока, измеряемая в амперах [А],

t — время, измеряемое в секундах [с].

Сила

Единица силы — *ньютон* [Н]. Ньютон определён как сила, действующая на тело массой в один килограмм, и придающая ему ускорение, равное одному метру в секунду в квадрате, то есть один ньютон — это килограмм-метр в секунду в квадрате [кг·м/с²]. Следовательно, сила, измеренная в ньютонах:

$$F = ma$$

где m — масса, измеряемая в килограммах [кг],

a — ускорение, измеряемое в метрах в секунду в квадрате [м/с²].

Сила тяжести — сила, с которой тело притягивается к Земле. Вблизи земной поверхности сила тяжести равна mg , где $g = 9.81$ м/с².

Работа, энергия

Единица и *работы* и *энергии* — *джоуль* [Дж]. Джоуль определён, как совершённая работа или переданная энергия силой в один ньютон, действующей на протяжении одного метра, то есть один джоуль — это один ньютон-метр [Н·м].

Следовательно, работа, совершённая над телом и измеренная в джоулях:

$$W = Fs$$

где F — сила, измеряемая в ньютонах [Н],

s — расстояние, преодоленное телом в направлении действия приложенной силы и измеряемое в метрах [м].

Энергия — это способность к выполнению работы.

Мощность

Единица мощности — *ватт* [Вт]. *Мощность* определена как темп выполнения работы или передачи энергии, то есть один ватт — это один джоуль в секунду.

Следовательно, мощность, измеренная в ваттах:

$$P = \frac{W}{t}$$

где W — совершённая работа или переданная энергия, измеряемая в джоулях [Дж],

t — время, измеряемое в секундах [с].

Тогда энергия, измеренная в джоулях:

$$W = Pt$$

Электрический потенциал и ЭДС

Единица электрического потенциала — *вольт* [В]. Вольт определён как разность потенциалов между двумя точками в проводнике, выделяющем мощность в один ватт, при протекании через него тока силой в один ампер, то есть один вольт — это один джоуль на кулон.

Значит,

$$\begin{aligned} \text{вольт} &= \frac{\text{ватт}}{\text{ампер}} = \frac{\text{джоуль в секунду}}{\text{ампер}} = \\ &= \frac{\text{джоуль}}{\text{ампер-секунда}} = \frac{\text{джоуль}}{\text{кулон}}, \end{aligned}$$

то есть

$$V = \frac{P}{I} = \frac{W/c}{I} = \frac{W}{It} = \frac{W}{Q}.$$

Изменение электрического потенциала между двумя точками электрической цепи называют *разностью потенциалов*.

Электродвижущая сила (ЭДС) обеспечивается источниками энергии, такими, как батарея или генератор, и измеряется в вольтах.

3. СКАЛЯРНЫЕ И ВЕКТОРНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

Скаляры и векторы

Применяемые в науке и технике величины можно разделить на две группы:

Скалярные величины (часто их называют просто *скалярами*) имеют только численные значения, и для их характеристики не требуется никаких других данных. Следовательно, 10 сантиметров, 50 секунд, 7 литров, 3 килограмма, 25°C, 250 рублей, 10 см³, 10 джоулей, — всё это примеры скалярных величин.

Векторные величины (или просто *векторы*) кроме численных значений, называемых *модулем вектора*, имеют ещё и направление, называемое линией действия данной величины. Следовательно, скорость 50 километров в секунду в восточном направлении, ускорение 9.81 метра в секунду в квадрате, направленное вертикально вниз, сила 15 ньютонов, действующая под углом в 30 градусов к поверхности тела, и северо-западный ветер, скорость которого 15 узлов — всё это примеры векторных величин.

Скорость тела может быть установлена и без упоминания направления движения данного тела. Следовательно, скорость в этом случае — скалярная величина. Однако если направление движения для нас важно так же, как и численное значение скорости, то эту величину определяют как векторную скорость (в английском языке для понятия «векторная скорость» существует специальный термин — *velocity*. — *Прим. переводчика*).

К примеру, *вес* тела в двадцать ньютонов может показаться скалярной величиной; однако вес тоже имеет направление, ведь тело устремлено вниз (к центру Земли). Значит, вес — векторная величина.

Когда говорят, что человек прошёл 7 км, то не упоминают о направлении. Следовательно, расстояние — это скалярная величина. Однако если человек проходит 4 км на запад, а потом 3 км на север, как показано на **Рис. 3.1**, то он оказывается в точке С, а это в 5 км от пункта его отправления А (в соответствии с теоремой Пифагора).

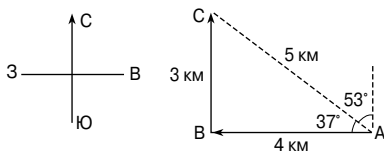


Рис. 3.1

Такое изменение местоположения называется *перемещением*. Значит, 7 км — это пройденное расстояние — *путь* (скалярная

величина), а 5 км в направлении 37° на северо-запад от исходной точки — это перемещение, то есть векторная величина.

Итак, величина, характеризующаяся численным значением и направлением, называется векторной, а величина, имеющая только численное значение, — скалярной.

Обозначения векторов

Векторная величина графически может быть представлена отрезком прямой линии, причём длина линии прямо пропорциональна модулю этой величины, а направление линии то же, что и направление действия этой величины.

Стрелка свидетельствует, что речь идёт о векторе, и указывает, что действие вектора направлено, например, вправо, а не влево. Стрелку ставят на конец вектора и называют «носом» вектора. На **Рис. 3.2**, например, графически изображена векторная скорость, равная 20 м/с, вектор которой направлен под углом 45° к горизонтали, и о ней можно сказать, что это «вектор $oa = 20$ м/с под углом 45° к горизонтали».

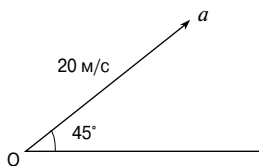


Рис. 3.2

и о ней можно сказать, что это «вектор $oa = 20$ м/с под углом 45° к горизонтали». (Горизонталью принято называть прямую линию, параллельную линии горизонта.)

Есть несколько способов изображения векторных величин, отличающих их от скалярных.

Например:

- **жирный шрифт:** oa или OA ;
- две заглавные буквы со стрелкой наверху, обозначающей векторную величину: \overrightarrow{AB} , где A — это начальная, а B — конечная точка вектора;
- линия над буквами: \bar{A} или \bar{a} ;
- буквы со стрелками наверху: \vec{a} , \vec{A} ;
- подчёркнутые буквы: \underline{a} ;
- $xi + yj$, где i и j — оси, находящиеся под прямым углом друг к другу; например, $3i + 4j$ означает 3 единицы по оси i и 4 единицы по оси j , как показано на **Рис. 3.3**;
- матрица: $\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$. Например, вектор OA , изображённый на **Рис. 3.3**, можно представить как $\begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix}$.

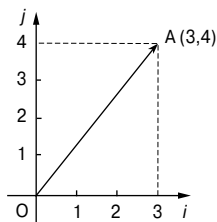


Рис. 3.3

Следовательно, вектор на **Рис. 3.3** можно изобразить как

$$\mathbf{OA} \equiv \overrightarrow{OA} \equiv \overline{OA} \equiv 3i + 4j \equiv \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix}.$$

Итак, \mathbf{OA} представляет векторную величину, а OA — модуль вектора \mathbf{OA} . Следует учесть, что положительные углы откладываются *против часовой стрелки* от горизонтали, а отрицательные — *по часовой*, то есть вниз от горизонтали. Тогда прямая, находящаяся под углом $+90^\circ$ к горизонтали, — это вертикаль, направленная вверх от горизонтали, а прямая, находящаяся под углом -90° , — вертикаль, направленная вниз.

4. СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВА

Элементы

Существует очень большое количество различных веществ, и каждое состоит из одного или более представителя *основных веществ*, называемых элементами.

Элемент — это субстанция, которую уже нельзя разделить на более простые химические составляющие. В природе насчитывается 92 элемента, к которым можно добавить ещё 13, созданных искусственно. Каждому элементу присвоен свой символ, состоящий из латинских букв.

Вот некоторые из самых распространённых элементов и их символы:

Водород	H	Магний	Mg	Кальций	Ca	Серебро	Ag
Гелий	He	Алюминий	Al	Железо	Fe	Олово	Sn
Углерод	C	Кремний	Si	Никель	Ni	Золото	Au
Азот	N	Фосфор	P	Медь	Cu	Ртуть	Hg
Кислород	O	Сера	S	Цинк	Zn	Свинец	Pb
Натрий	Na	Калий	K	Германий	Ge	Уран	U

Атомы

Элементы состоят из очень маленьких частиц, называемых *атомами*. Атом — это мельчайшая часть элемента, которая может участвовать в химическом обмене и которая сохраняет все свойства данного элемента.

Тип атома каждого из элементов уникален. В теории, разработанной Резерфордом и Бором, модель атома предстает в виде миниатюрной солнечной системы. Атом состоит из центрального ядра, вокруг которого по неизменным траекториям, называемым *оболочками*, вращаются отрицательно заряженные частицы — *электроны*. Ядро в свою очередь содержит положительно заряженные частицы — *протоны* — и нейтральные частицы, не имеющие заряда, — *нейтроны*.

Электрон по сравнению с протоном и нейтроном имеет очень небольшую массу. В целом атом не обладает каким-либо электрическим зарядом — он нейтрален, так как содержит равное количество протонов и электронов. Число протонов в атоме элемента определяет его *атомный номер*. Порядок расстановки элементов в соответствии с их атомными номерами известен как *Периодическая система элементов* (таблица Менделеева).

Простейший элемент, существующий в природе, — водород; вокруг его ядра вращается всего один электрон, а само ядро содержит всего один протон. Следовательно, атомное число водорода равно 1. Модель атома водорода изображена на **Рис. 4.1а**.

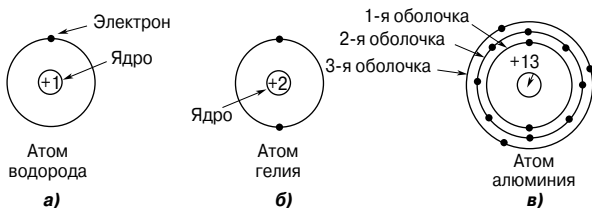


Рис. 4.1

Вокруг ядра гелия вращается 2 электрона. Как показано на **Рис. 4.1б**, оба электрона находятся на одной орбите.

Первая оболочка атома может содержать не больше 2 электронов, вторая — до 8, а третья — до 18. На **Рис. 4.1в** показано, как устроен атом алюминия, имеющий 3 оболочки-орбиты, по которым вращаются 13 электронов.

Молекулы

При взаимодействии элементов их атомы объединяются, образуя основную единицу нового вещества. Эта независимая группа связанных вместе атомов называется *молекулой*. Молекула — это мельчайшая часть вещества, способная существовать самостоятельно без изменений своих свойств.

Все молекулы одного и того же вещества идентичны друг другу. Атомы и молекулы представляют собой *основные строительные блоки*, из которых формируется вещество любого типа.

Химические соединения

Во время химической реакции атомы элементов объединяются, образуя новые молекулы вещества, называемого *химическим соединением*. Химическое соединение — это новое вещество, состоящее из двух или более элементов, соединённых так, что его свойства существенно отличаются от свойств породивших его элементов.

Например, водород и кислород совсем не похожи на воду, которую они образуют при взаимодействии друг с другом.

Компоненты, образующие соединения, представлены в нем в жёсткой пропорции относительно друг друга, и разделить их трудно.

Например:

- вода, молекула которой образуется при взаимодействии 2 атомов водорода с 1 атомом кислорода (H_2O);
- двуокись углерода (углекислый газ), молекула которого образуется при взаимодействии 1 атома углерода с 2 атомами кислорода (CO_2);

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru